

VAIHTOEHTOINEN KOHOPAINOGRAFIikka

Katsaus 3D-, laser- ja CNC-tulostusmenetelmiin ja käyttöön painolaattojen työstössä



VAIHTOEHTOINEN KOHOPAINOGRAFIikka

Katsaus 3D-, laser- ja CNC-tulostusmenetelmiin ja käyttöön painolaattojen työstössä

Pauliina Parjanen
Taiteen kandidaatin opinnäyte 2016
Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu
Taiteen laitos/ Taidekasvatuksen koulutusohjelma

Opponentti Saara Malmström
Ohjaaja Hanna Pulkkinen

Kiitän tuntiopettaja Charlie Banthorpea koneiden ohjelmoimisen ja käyttämisen kanssa, ilman hänen asiantuntemustaan en olisi pystynyt saamaan aikaiseksi tutkimiani laattoja. Kiitän myös taidegrafiikan vanhempi lehtori Kari Laitista, joka auttoi minua ammattitaidollaan laattojen vedostamisen aikana. Iso kiitos kuuluu myös taidegrafiikan työpajamestari Pia Parjanen-Aaltoselle työprosessin kuvaamisesta ja henkisestä tuesta tämän tutkimuksen aikana.



Tekijä Pauliina Parjanen

Työn nimi Vaihtoehtoinen kohopainografiikka – katsaus 3D-, laser- ja CNC-tulostusmenetelmiin ja käyttöön painolaattojen työstössä

Laitos Taiteen laitos

Koulutusohjelma Kuvataidekasvatuksen koulutusohjelma

Vuosi 2016

Sivumäärä 69

Kieli suomi

Tiivistelmä

Kandidaatin opinnäytteessäni tein katsauksen, voidaanko kohopainografiikkaa, kuten puupiirtämistä, tehdä vaihtoehtoisilla menetelmillä, kuten laserleikkauksella, 3D-tulostamisella tai CNC-jyrsinnällä. Tutkimusmenetelmänä toimii taiteelliseen käytäntöön perustuva tutkimus (practice-based research), jonka johdosta tein taiteellisenä työskentelynä edellä mainituilla menetelmillä kohopainolaatat perustuen käsin tekemääni japanilaiseen vesiväripuupiirroslaattaan. Suorana havainnointinani keräämät muistiinpanot työskentelyprosessista toimivat tehtyjen laattojen lisäksi tutkimusaineistona. Työn tutkimuksellisessa osuudessa keskityn analysoimaan sekä kyseisiä laattoja että niistä saatuja vedoksia, muun muassa taidegrafiikan tradition ja painoteknisten käytäntöjen näkökulmasta. Saatujen tulosten perusteella esitän pohdintoja menetelmien hyödyistä ja haitoista keskittymällä kaupallisiin ja pedagogisiin näkökulmiin taidegrafiikan saralla.

Avainsanat taidegrafiikka, kohopaino, puupiirros, laatta, 3D, laser, CNC

SISÄLLYS

Johdanto	11
Menetelmä	12
Tutkimuksen rakenne	13
Käytäntöön perustuva tutkimus ja tutkimuksellinen ote	13
Tutkimuksen taiteellisen osuuden prosessi	14
Tutkimuskysymykset	15
Käsitteitä ja taustaa	16
Taidegrafiikan historiaa ja käsitteistöä	17
Puupiiirros – länsimainen ja aasialainen	20
Puupiiirroslaatan valmistamisen ja vedostamisen pääkohdat	22
Vaihtoehtoiset menetelmät	24
3D-tulostaminen	25
Laserleikkaaminen	27
CNC-jyrsintä	28
Taiteellisen työskentelyn prosessi	30
Kuva-aiheen luonti	31
Laattojen työstö	32
Kirsikkapuusta käsin kaiverrettu japanilaisen vesiväripuupiiirroksen laatta	32
4mm vanerista laserleikattu ja kaiverrettu laatta	32
Valkoisesta PLA filamentista 3D-tulostettu laatta	34
Puukomposiittipalikka CNC-jyrsitty laatta	34
Laattojen vedostaminen	36
Valmistelut ja vedostus	37
Havainnot vedostettaessa	38
Laattojen puhdistaminen	40
Tulokset	42
Pohdintaa	46
Taiteelliset ja kaupalliset sovellutukset	47
Pedagogiset sovellutukset	49
Työskentelyn arvioiminen ja ehdotelma jatkotutkimuksesta	51
Lähde- ja kuvaluettelo	54
Liitteet	60

Johdanto

Idea työn aiheeseen tulee omasta taustastani taidegrafiikan puolelta. Olen itse vahvasti suuntautunut taidegrafiikan tekemiseen siitä asti, kun tutustuin sen eri menetelmiin vuonna 2013 Limingan taidekoulussa. Tämänhetkinen kiinnostukseni kohdistuu kohopainografiikkaan ja siinä etenkin puupiirokseen sen visuaalisten mahdollisuuksien ja itse laatan työstön miellyttävyyden vuoksi. Puupiirokseen tutustuin Aalto-yliopiston taiteiden ja suunnittelun korkeakoulussa Kari Laitisen vetämällä puupiirtämisen peruskurssilla keväällä 2015. Osallistuessani syksyllä 2015 japanilaisen puupiiroksen erityiskurssille innostuin vesiväripuupiiroslaattojen teosta.

Idea kohopainografiikan yhdistämisestä 3D-, laser- ja CNC-työstömenetelmiin syntyi, kun huomasin yliopiston tarjoavan opetusta kyseisiin tekniikoihin. Kurssilla¹ käytiin läpi mainitsemiä menetelmiä, joiden avulla tuli tehdä jonkin taiteellinen työkokonaisuus. Kurssin aikana tein jokaisella menetelmällä kohopainolaatan, joka perustui vesiväripuupiiros-kurssilla tehtyyn laattaani. Syntyi ajatus: voinko tehdä samanveroista, ellen parempaa näillä itselleni uusilla vaihtoehtoisilla menetelmillä? Onnistuisinko tekemään näillä menetelmillä kohopainografiikan laattoja ja millaisia niistä tulisi?

Laattoja tehdessäni etsin internetistä tietoa, onko joku tehnyt laattoja ennen ja miten niitä olisi hyvä tehdä: mitä ohjelmia tulisi käyttää ja mitä pitää ottaa huomioon laattaa tehdessä. Suomenkielisen lähdekirjallisuuden puuttumisen vuoksi käytän teoriapohjana englanninkielistä materiaalia. Merkittävin viittaus aiheeseen on Carinna Parramanin ym. tutkimusartikkeli, johon pystyin vertaamaan omia tuloksiani ja päättämään mahdollisia lopputuloksia ennalta. Muuten suurin osa löydetystä lähteistä oli tutoriaaleja eli internetissä jaettuja oppaita, joiden avulla halutaan opettaa jokin taito tai tieto. Tässä tapauksessa ohjeita, kuinka näillä kolmella menetelmällä voisi halutessaan tehdä kohopainografiikan laattoja.

Aineistonani tutkielmassani käytän näitä konkreettisesti WoM3b-kurssilla tehtyjä laattoja, niistä vedostettuja vedoksia sekä kirjoittamiani että kuvamiani muistiinpanoja taiteellisen prosessin ajalta. Tutkin aineistoa analysoiden, havainnoiden ja lopulta tuloksia pohtien.

¹ Työssä viittaamani kurssi on osa laajempaa kuvanveistoon keskittyvää Ways of Making -kokonaisuutta. Tulostimien käyttämiseen keskittyvän osion nimi oli Ways of Making 3b (WoM3b).

Menetelmä



Tutkimuksen rakenne

Käyn työssäni ensin läpi valitsemaani tutkimusmenetelmää. Tämän jälkeen avaan työhöni liittyviä käsitteitä, taidegrafiikan perinteen taustaa ja historiaa ja nykyisen ilmaisun muotoja¹. Sitten esittelen ja käyn läpi tekemiäni tutkimusprosesseja laattojen luomisesta valmiiseen vedokseen. Käsittelen kronologisesti² yhtä menetelmää kerrallaan aloittamalla ensin laserleikkaamisesta, sen jälkeen 3D-printtaamisesta ja lopulta CNC-jyrsinnästä. Syynä mainitsemaani järjestykseen on käytännössä tapahtunut siirtyminen yhdestä laatanvalmistustekniikasta toiseen, minkä aikana niin sanottu ”laattakaava” käytettiin menetelmäkohtaisesti muokatussa tiedostoformaattissa uudelleen.

Kunkin tekniikan kohdalla käyn läpi omia hypoteesejani ja kokemuksiani niiden tekemisestä valmistusvaiheessa. Prosessien esittelyn jälkeen käyn läpi huomaamiani erilaisuuksia, tuloksia ja seikkoja laatoista ja niiden vedoksista. Tarkoituksena on osoittaa minkälaista jälkeä saa milläkin tekniikalla ja mitä huomattavaa niissä on verrattuna toisiinsa. Käytän analysoidessani laatimiani tutkimuskysymyksiä laatoista, jotta systemaattinen havainnointi on järjestelmällistä. Tulosten arvioinnin jälkeen esitän omat yhteenvetoni ja pohdinnat, joita laattojen tekeminen herätti. Työni lopussa ovat käyttämäni lähteet ja kuvaliitteet.

Käytäntöön perustuva tutkimus ja tutkimuksellinen ote

Tutkielmani menetelmä pohjautuu taiteelliseen käytäntöön perustuvaan tutkimukseen (practice-based research). Sillä luotu *artefakti* eli *fyysinen kohde*³, tässä tapauksessa tutkimuksessa tehdyt kohopainolaatat, toimivat tutkimuksessa tiedon saamisen lähtökohtana⁴. Tieteenfilosofisena suuntauksena toimii empiirinen ote joka näkyy konkreettisena tekemisenä, systemaattisena sekä suorana havainnointina ja analysointina. Suoraa *havainnointia* eli *observointia* käytän koko prosessin ajan, esimerkiksi seurattessani koneiden suoritusta laattojen teossa⁵. Suoran havainnoinnin herättämät huomiot kokoan kattaviksi kirjatuiksi, kuvatuiksi ja videoiduiksi muistiinpanoiksi, jotka lopulta jäsen-tyvät tutkimuksen aineistoksi. Näin ollen tutkimuksessani tehty havainnointi on strukturoimatonta⁶. Lopuksi pohdin tulosten perusteella mitä uutta tutkimuksessani käytetyt uudet menetelmät tuovat taidegrafiikkaan kaupallisesti ja pedagogisesti perinteisen puupiirtämisen rinnalle.

1 Ns. vaihtoehtoisia menetelmiä eli 3D printtaamista, laserleikkaamista ja CNC jyrsintää.

2 Kronologialla tarkoitin järjestystä, jolla tein laatat WoM3b-kurssin aikana.

3 Anttila 2000, 218

4 Candy 2006, 3

5 Anttila 2000, 218

6 Anttila 2000, 218

Päätökseni tehdä käytäntöön pohjautuva tutkimus on lähtöisin Scrivenerin ja Chapmanin ajatuksesta, jonka mukaan praktiikka voidaan mieltää tutkimusta eteenpäin vieväksi voimaksi jonka kautta tutkija selvittää tekemällä onko jokin mahdollista⁷. Scrivener & Chapman esittävät, että luovissa taiteissa itse materiaalin tuominen analysoitavaksi ja reflektoitavaksi käsillä tekemisen kautta synnyttää uusia ymmärryksiä ja ideoita - samaan lopputulokseen ei päästä vain ulkopuolisen järjestelmän tarkkailun kautta. Scrivenerin oman tutkimuksen mukaan kuvat ja artefaktit ovat hyväksytyjä lopputuloksia, mikäli ne ovat oleellinen osa tutkimuksessa saatua tietoa⁸. En saisi vastauksia tutkimuskysymyksiini, ellen tekisi konkreettisesti laattoja itse valitsemillani menetelmillä. Artefaktin tärkein ominaisuus on synnyttää ymmärrystä⁹, joka syntyy tulkinnan kautta¹⁰. Michael Biggs tarkoittaa tulkinalla tarkoituksen mukaista toimintaa, joka näkyy fenomenologisesti aktiivisena tarpeena luoda havaintoa¹¹.

Tutkimuksen taiteellisen osuuden prosessi

Tutkimusprosessi rakentuu useasta työvaiheesta, mikä on taidegraafikalle ominainen lähestymistapa. Laattani syntyvät monivaiheisena prosessina, johon kuuluu pääperiaatteiltaan suunnittelu, ohjelmointi ja itse tulostaminen. Laattojen työstämisen jälkeen havainnoin systemaattisesti laattojen onnistuneisuutta ja ilmettä. Tämän jälkeen vedostan jokaisen laatan käsin samalle paperilaadulle eli Tervaskoskentehtaan Oriolan suodatinpaperille. Näin pyrin sulkemaan pois paperista johtuvat mahdolliset eroavaisuudet vedoksissa. Havaintojen analysoimisen tueksi loin itselleni tuloksiin kohdistuvan kyselylomakkeen (liite 1), jonka avulla kokosin sivulla 18 olevan taulukon. Näiden avulla pystyin järjestelmällisesti käymään läpi prosessista saamaani tietoa, sekä keskittymään tutkimuksessa tähdellisiin asioihin, kuten laattojen ja vedosten eroavaisuuksiin toisistaan¹².

Laatoissa on sama kuva, jolloin pystyn paremmin vertaamaan kuva-analyysissä, miten laattojen kuvat eroavat toisistaan, mikä on viivojen luonne, millaista jälkeä yleisesti tulee ja millä tarkkuudella menetelmät toistavat annettua kuvaa laadullisesti sekä ajallisesti. Laattojen kuva-aihe sisältää ohuita sekä paksuja viivoja, jolloin siitä voi helpommin tarkastella, kuinka hyvin eri laattojen tekomenetelmät toistavat kuvamateriaalia. Vedostusvärinä tulen käyttämään vaihtoehtoisten menetelmien laatoilla öljypohjaisia värejä yhtenä-

7 Scrivener & Chapman 2004, 9

8 Scrivener 2002, 2

9 Scrivener & Chapman 2004, 3

10 Biggs 2002, 5

11 Biggs 2002, 5

12 Vilka 2005, 76

syyden vuoksi. Ainoastaan perinteisessä laatassa tulen käyttämään Holbeinin vesivärejä, sillä öljypohjainen väri turmelisi perinteisen laatan. Öljypohjaisen värin käyttäminen perustuu 3D-tulostetun laatan vedostamiseen, sillä vesiväri ei olisi pysynyt muovisen laatan pinnalla. Tämä vaikuttaa viivojen arvioimiseen keskenään. Yhtenäistä vedostuksessa on kuitenkin käsin painaminen, jotta vältän laattojen mahdollisen hajoamisen painoprässissä.

Tutkimuskysymykset

Tutkimuksella selvitän onko vaihtoehtoisilla menetelmillä potentiaalia tuottaa toimivia kohopainoon tarkoitettuja laattoja vai jäävätkö laatat vain käyttökelvottomiksi kokeiluiksi. Tarkoituksena on hahmottaa millaisia laattoja koneet pystyvät tuottamaan ja minkälaista jälkeä laatat tekevät niillä vedostettaessa. Pääasialliset kysymykset ovat: toimiiko laser/3D/CNC-menetelmällä tehdyt laatat kohopainografiikan tekemisessä? Mikäli laatat toimivat, toisivatko ne käyttökelpoista ja koulu- tai työympäristöön sopivaa vaihtelua perinteisen työstämisen lisäksi? Tuleeko laatoista samanveroisia tarkkuudessa, laadussa ja toistettavuudessa kuin perinteisesti tehdyissä? Kestävätkö laatat vedostamista vai hajoavatko ne heti?

Laattojen toteutuksen ja vedostamisen jälkeen keskityn lopputulokseen eli vedokseen. Minkälaista jälkeä mikäkin laatta teki ja miten tarkasti jälki on toistunut. Miten vedokseni eroavat vai erosivatko ollenkaan Parramanin ym. tutkimuksen tuloksista: mitä johtopäätöksiä voidaan vetää näiden tulosten perusteella menetelmien jatkokäyttöä ajatellen?

Käsitteitä ja taustaa



Käyn läpi pääpiirteitä ja tutkimukselleni olennaisia asioita liittyen taidegrafiikan historiaan, kohopainotekniikkaan ja japanilaisen vesiväripuupiirros-laattani tekotapaan. Syvällisempää ja laajempaa tietoa itse puupiirroksen tekemisestä, lainalaisuuksista, laatoista, tarvikkeista, tekemisestä ja vedostamisesta löytyy varta vasten tehdyistä oppaista¹. Tutkimukseni ei käsittele laatan kohdistamista tai monivärivedostusta. En myöskään aio keskittyä perinteisen puupiirroslaatan, oli kyseessä sitten länsimainen tai japanilainen, työstövaiheisiin muilta osin kuin mitkä ovat työni kannalta olennaisia huomioida. Työni on kohdistettu grafiikan tekemisestä kiinnostuneille ihmisille taidekentällä. Käsitteiden avaamisen jälkeen siirryn kuvaamaan työni kuuluvia prosesseja ja niistä saatuja lopputuloksia.

Taidegrafiikan historiaa ja käsitteistöä

Aukusti Tuhkan mukaan grafiikan käsite on rajoitettu tarkoittamaan ainoastaan painamalla monistettuja piirrostaiteen tuotteita². Suomen taidegraafikot Ry:n internetsivusto toteaa taidegrafiikan olevan yleisnimitys menetelmille, joissa erilaisilta painolevyiltä vedostetaan kuva paperille tai muulle materiaalille. Näitä painamalla tehtyjä tuotteita on voitu tehdä erilaisilla monistumenetelmillä, joita ovat pääasiassa *kohopaino*, *syväpaino* ja *laakapaino* sekä *monotypia* että *serigrafiakin*. Ennen taidegrafiikassa pääasiallinen tavoite oli toimia jäljennös- ja monistumenetelmänä³, esimerkiksi toistettaessa maalauksia ja uskonnollisia pyhimyskuvia (kuva 1), tai kuvituksena 1500-luvun tieteellisissä kirjoissa ja 1400-luvun korttipakoissa⁴. Tiedonvälityksen ja kuvituksen aikakausien jälkeen taidegrafiikka muuttui 1800-luvulla enemmän taiteilijoiden harrastamaksi ja lopulta ammattimaisesti nykyisin harjoitetuksi taidesuunnaksi⁵. Eri menetelmin tehdyt laatat ja niiden vedokset ovat nykyisin itsessään taidetta ja nousseet maalaus- ja kuvanveistotaiteen rinnalle suunnilleen yhtä tasavertaisena ja arvostettuna.

Heikki Malmen mukaan taidegrafiikka rantautui ensin Eurooppaan ja tuli Suomeen hiljalleen 1880-luvulta lähtien⁶. Uudet harrastajien seurat, taidelehdet ja kuulopuheet herättivät suomalaiset taiteilijat, kuten Edelfeltin ja Gallénin, kiinnostumaan taidegrafiikasta⁷. 1900-luvun alussa ja etenkin 1920-luvun lopulla Malmen mukaan taidegrafiikka lähti Suomessa hetkelli-

1 Esimerkiksi: Askola, Vilho & Hervö, Erkki & Pietilä, Tuulikki: Puupiirros (1982) tai Laitinen, Kari & Tantt, Antti & Moilanen, Tuula: Puupiirroksen taito, öljyväripuupiirros ja japanilainen vesiväri-puupiirros (1999)

2 Tuhka 1957, 9

3 Tuhka 1957, 10

4 Malme 2002, 37–39

5 Malme 2002, 70

6 Malme 2002, 74

7 Malme 2002, 74

seen nousuun kun taidegrafiikan opetus elpyi⁸ ja Suomen taidegraafikoiden liitto perustettiin vuonna 1931. Toisen maailmansodan jälkeen taidegrafiikan elpymisen ja tunnetuksi tekemisen eteen 1950-luvun taiteilijat joutuivat tekemään Suomessa työtä, jotta grafiikka saavutti kansainvälisen ja maalaustaitteen kanssa samanvertaisen aseman⁹.

Nimiensä mukaisesti mainitut monistusmenetelmät eroavat toisistaan laatan työstön, vedostuksen ja materiaalin suhteen. Malme esittää kuinka teknikat jaetaan kolmeen ryhmään sen mukaan mikä osa laatasta pitää painoväriä, eli millä tavalla painettavat kohdat ovat tehty laattaan. Laakapainossa eli *lito-grafiassa* laatan painavat ja painamattomat osat ovat samassa tasossa toisiinsa nähden (kuva 2a). Syväpainoa eli metalligrafiikkaa, kuten *etsausta*, *kuiva-neulaa* ja *akvatintaa*, tehdään kaivertamalla tai syövyttämällä kuparia saaden painettavan viivan laatan pinnan tason alapuolelle (kuva 2b). Kohopainossa, kuten *puupiirroksessa* ja *linopiirroksessa*, painettavat osat ovat laatan muuta osaa korkeammalla, jolloin laatasta kaiverretaan pois ne kohdat joihin ei haluta väriä (kuva 2c)¹⁰. Näistä tekniikoista paneudun nimenomaan kohopainantaan ja siinä puupiirroksen osa-alueeseen.

Kohopainossa pääasialliset materiaalit ovat sellaisia, jotka sallivat kuva-alueen jäävän koholle vedostusta varten. Tällöin on tarkoituksenmukaista käyttää kyseiseen työstöön soveltuvia materiaaleja. Puupiirroksessa materiaalina toimivat erilaiset puulajit ja linoileikkauksessa materiaalina toimii monille peruskoulusta tuttu linoleumi eli korkkimatto. Jälkimmäisenä mainitun materiaalin kehitti 1850-luvulla englantilainen Frederick Walton vettähylkiväksi lattia- ja seinämateriaaliksi talojen sisustukseen¹¹. Caspar Williamsonin mukaan 1900-luvun aikana eräät taiteilijat huomasivat linoleumin potentiaalin kohopainografiikan käytössä. Linoleumin helppo leikattavuus, edullisuus ja kestävyys tekivät siitä suosituksen materiaalin kohopainannassa. Williamson kertoo linoleumin saaneen kuitenkin aluksi negatiivisen vastaanoton taideyhteisössä sen pintatekstuurin syiden puuttumisen ja laatan liian helpon ja yksinkertaisen käsittelyn vuoksi. Asenteet kuitenkin muuttuivat muun muassa Henri Matissen ja Pablo Picasson myötä ja materiaali vakiinnutti paikkansa kohopainografiikassa¹².



a) LAAKAPAINO



b) SYVÄPAINO



c) KOHOPAINO

Kuva 2 Painomenetelmien väliset erot.

⁸ Belgialainen A.W. Finch palasi 1928 taidegrafiikan opettajaksi taun jälkeen (Malme 2002, 77).

⁹ Taidegrafiikan ollessa helposti liikuteltavaa ja edullista, on sitä ollut muita taiteenlajeja parempi saada kansainvälisesti leviämään ja vaikuttamaan (Malme 2002, 78). kts. Malme, 2007, 78

¹⁰ Malme 2002, 4

¹¹ Williamson 2013, 131

¹² Williamson 2013, 131

Puupiiirros – länsimainen ja aasialainen

Tekniikkana puupiiirros on Tuhkan mukaan Euroopan vanhin monistusmenetelmä juontaen juurensa 1300- ja 1400-lukujen vaihteelle¹³. Malmen mukaan puupiiirroksen kukoistus kesti noin 1600-luvun alkuun saakka, jolloin keksittiin syväpainon tarkemmat ja paremmat mahdollisuudet toimia puupiiirroksen sijaan tiedonvälittäjänä esimerkiksi lehtien tai kirjojen kuvituksissa. Puupiiirros elpyi uuteen loistoonsa 1800-luvulla muun muassa Eurooppaan tulleen japanilaisen puupiiirroksen vaikutteesta¹⁴. Tuhka painottaa, että puulaatoilla painamisen periaate ei ollut puupiiirroksen syntyessä uusi, vaan mahdollistavaa oli tekniikan käyttö painomenetelmänä taideteosten monistamiseen. Huomionarvoista on myös, että oivallettu painanta puulaatoilla pergamentille tai paperille oli ainoastaan uusi sovellutus länsimaissa. Tämän vuoksi historian kirjoissa saatetaan mainita puupiiirroksen syntymäpaikaksi ja ajaksi 1300-luvun lopun Saksa¹⁵.

Askola, Hervo & Pietilä kuitenkin toteavat teoksessaan¹⁶, että varsinainen puupiiirroksen historia alkaa Kiinasta 206 eKr.–221 jKr., jolloin kivilaattoihin kaiverretuista kuvista tai kirjoituksista otettiin *hierrevedoksia*¹⁷. Williamson tosin mainitsee, että arkeologit ovat osoittaneet muinaisen Meksikon Olmec sivilisaation käyttäneen saveen piirrettyjä kuvioita vedostamiseen jo ennen 800 eKr. Olmecien lisäksi myös Egyptissä käytettiin puusta kaiverrettuja leimasimia kangaskuvioiden painamista varten¹⁸. Kuitenkin vasta Kiinassa paperin keksimisen jälkeen 105 jKr. alkoi puupiiirroksen kehitys. Näitä vedoksia joko myytiin tai jaettiin ilmaiseksi tempeleissä tai käytettiin kirjoitusten monistuskeinona (kuten 1400-luvun munkit tekivät myöhemmin Euroopassa)¹⁹. Japaniin puupiiirros tuli Kiinasta buddhalaisen lähetystyön kautta, ja siellä vanhin puupiiirrosteos on vuodelta 770 jKr. Toiselta nimeltään japanilaista puupiiirrostaideita kutsutaan *ukiyo-e:ksi*²⁰ (kuva 3). Japanissa oli yleistä, että puupiiirroksen tekoprosessissa työskenteli oman koulukuntansa ammattilaisia, joiden kautta²¹ teos lopulta valmistui²². Paperin valmistuksen yleistyessä puupiiirrostaide levisi laajalle, rantautuen Eurooppaan 1300–1400-lukujen



Kuva 3 Torii Kiyonaga (n.d.). *Bathhouse Women*.

13 Tuhka 1957, 9

14 Malme 2002, 70

15 Tuhka 1957, 11

16 Askola ym. 1982, 13

17 Kostutettua kangasta tai paperia paineltiin ensin uurretun kiven syvänteisiin ja kankaasta koholle jääneet kohdat tummennettiin käyttämällä pinnalla värjättyä tamponia (Laitinen ym. 1999).

18 Williamson 2013, 129

19 Askola ym. 1982, 13

20 Taidesuuntaus joka kukoisti japanissa vuosien 1700–1900 aikana, jolloin tyyppillistä oli kuvata taiteessa ihmisten arkea ja elämää.

21 Taiteilija suunnitteli kuvan, antoi sen mestari kaivertajalle kaiverrettavaksi laatoille, jonka jälkeen mestarivedostaja vedosti saadut laatat taiteilijan suunnitelmien mukaisesti.

22 Williamson 2013, 129

vaihteessa²³. Kun 1700-luvulla Thomas Bewick kaiversi sen ajan normaalia kovemmilte puille, huomattiin puisten laattojen kestävässä prässissä useita vedostokertoja. Tämä oivallus kovan puun käyttämisestä mahdollisti suurempien vedosmäärien tekemisen ja tarkemman jäljen luomisen²⁴. Askola ym. mukaan suomalainen puupiirrosperinne on kovin nuori, kun varhaisimmat tunnistetut tekijät ovat 1970-luvulta. Tuotteliain puupiirtäjä Suomessa oli Daniel Medelplan joka toimi Turun akatemian kirjapainossa. Hän muun muassa leikkasi vuonna 1719 puuhun aapisen. Varsinaisena taidekeinona puupiirros kuitenkin lunasti paikkansa Akseli Gallen-Kallelan myötä²⁵.

Puupiirroslaatan valmistamisen ja vedostamisen pääkohdat

Puupiirroslaatan puuna voidaan käyttää useita eri puulajeja. Olen itse käyttänyt länsimaisessa, tässä tapauksessa öljyväripuupiirroksessa, koivuvaneria ja japanilaisessa vesiväripuupiirroksessa kirsikkapuuta²⁶, joka on omasta mielestäni pehmeämpää ja helpompaa leikata kuin koivu. Laatat voivat olla joko viiluista koottuja vanerilevyjä tai kokopuisia laattoja. Pääasia on, että laatta on pitkittäissuuntaan sahattu materiaali²⁷.

Puupiirroksessa valitun puulaatan työstö tapahtuu leikkaamalla laatasta veitsellä ja erilaisilla taltoilla kuvan valkoiset kohdat pois. Jäljelle jäävät leikkaamattomat alueet vedostuvat paperille kuvaa painettaessa²⁸. Laatan leikkaamiseen käytetään joko eurooppalaisia, japanilaisia tai kiinalaisia työvälineitä; tutkimusprosessin aikana käytin japanilaisia veitsiä ja taltoja laatan työstämiseen. Pääasiallisesti laatkaa työstettäessä veitsellä rajaillaan alueita ja leikataan puun syitä katki laattaan piirretystä rajausviivasta poispäin. Tällöin voidaan rauhassa ottaa taltoilla puuta pois halutuilta valkoisilta alueilta rikkomatta mustaksi jäävää kuviota²⁹. Veistä käsitellään niin, että leikatessa veitsi on loivasti pintaan nähden. Tällöin kuvan painanta on helpompaa³⁰, kun ei ole pystysuoraa reunaa painettavan pinnan ja poistetun valkoisen alueen välillä. Myös terä ei tällöin kärsi käytössä ja haluttu kuvio pysyy ehjänä talttatyöstös-

23 Askola ym. 1982, 13

24 Williamson 2013, 129

25 Askola ym. 1982, 15

26 Kandidaatin työni perinteisin menetelmin tehty puupiirroslaattani on tästä materiaalista.

27 Laitinen ym. 1999, 38

28 Askola ym. 1982, 11

29 Laitinen ym. 1999, 108

30 Laatan pinnassa ei ole rosoja, esimerkiksi puun syitä pystyssä, paperi ei tartu tai repeä loivaan reunaan, väri levittyy tasaisesti ja ylimääräinen väri valuu pois loivaa reunaa pitkin (etenkin japanilaisessa vesiväripuupiirroksessa). Väritela ei vaurioidu ja laatan puhdistaminen on helpompaa, kun väri ei jää paakuiksi reunoihin. Laatta on myös esteettisesti kauniimman näköinen loivalta reunalla.

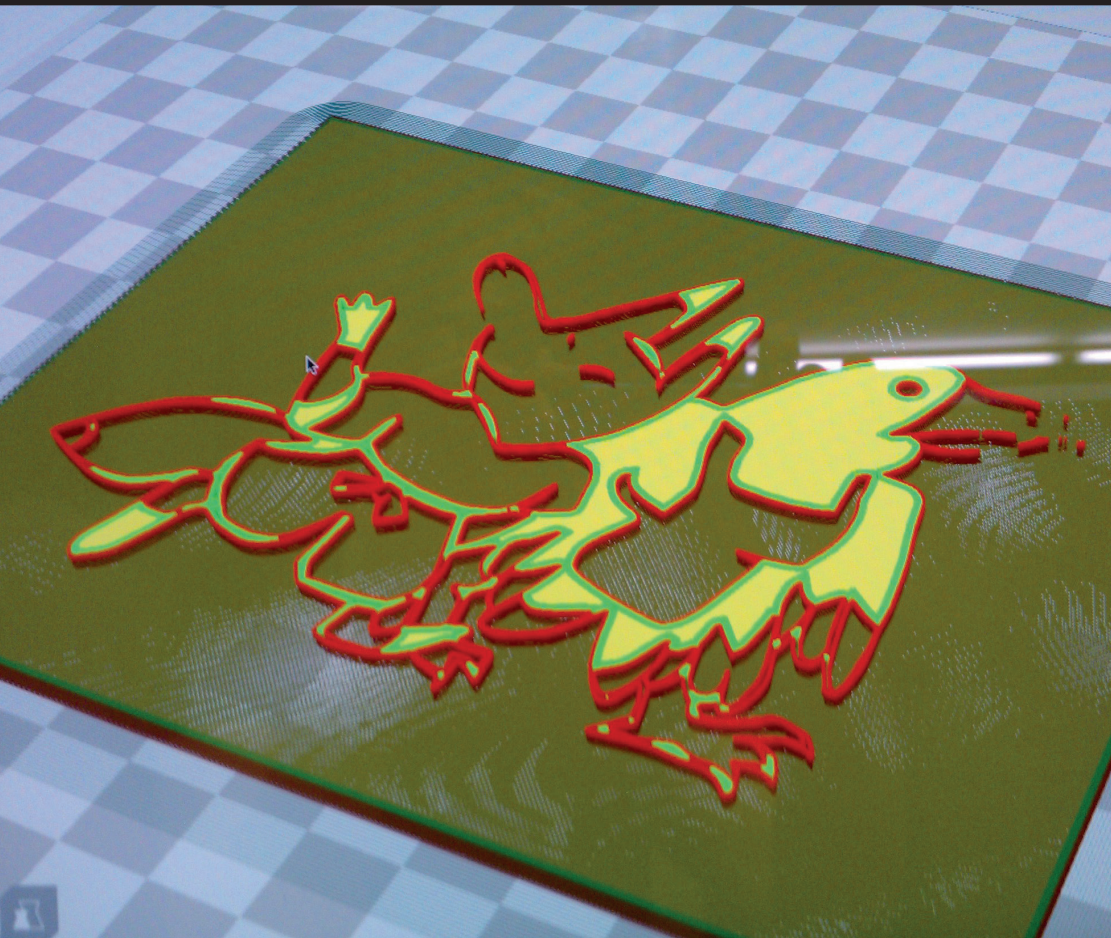
sä. Laatan vedostus tapahtuu joko öljyväripohjaisilla väreillä tai vesiväreillä riippuen valitusta tekniikasta ja halutusta lopputuloksesta. Värin levittämisen jälkeen laatta painetaan joko koneellisesti siihen tarkoitettulla painoprässillä tai käsin hiertämällä. Perinteisen työtavan mukaisesti vedostin työni käsin ensin värjäten laatan Holbeinin valmistamilla vesiväreillä ja lopuksi hiertämällä käsin käyttäen apunani barenia³¹ leivinpaperi työn ja hiertimien välillä.

Tradition osalta on hyvä huomioida, että japanilaiseen puupiirroslaattaan tehdään perinteisesti reunoihin kohdistusmerkit eli *kentō-merkit*³². Näiden tarkoituksena on ohjata paperi vedostettaessa aina tarkasti samaan kohtaan, koska tämä helpottaa moniväri vedostamisessa värjättyjen alueiden kohdistamisessa. Vaihtoehtoisissa menetelmissä kohdistusmerkkien tekeminen laattoihin ei onnistunut tämän prosessin aikana.

31 Baren on japanilainen pyöreä kiekkomainen hierrin, jota käytetään japanilaisessa vesiväripuupiirroksessa painamiseen. Bareneita on kolmea eri tyyppiä: perinteinen bambu baren, mekaaninen baren ja metallikuula baren. Mainitsemani mekaaninen baren on valkoinen kiinteäkavainen muoviekko, jossa on nyppyläinen hierrinpinta (Laitinen, Moilanen & Tanttu 1999).

32 Kentō-merkki koostuu kahdesta osasta: oikean ala-kulman merkistä (kagi) ja pitkän sivun ohjaimesta (hikitsuke) (Laitinen ym. 1999).

Vaihtoehtoiset menetelmät



3D-tulostaminen

3D tarkoittaa kolmiulotteista, jossa asioilla kuten tavaroilla tai tietokonegrafiikan tuotoksilla on sekä korkeus-, leveys- ja syvyys- aspektit eli asiat ovat mallinnettuna kolmen suunnan tilaulottuvuudessa. 3D-tulostaminen toteutuu *additiivisesti* eli *materiaalia lisäämällä*. Tässä tapauksessa esimerkiksi muovaa kerrytetään kerroksittain kunnes valmis 3D-malli on saavutettu. Jotta voidaan tulostaa kolmiulotteisesti, tulee tulostinta varten luoda tiedosto joka sisältää halutun 3D-mallin. Doug Lhotkan ajatuksen mukaan nämä digitaaliset 3D-mallit ovat representaatioita fyysisistä objekteista. Kyseisen mallinnuksen pinta koostuu verkostosta (eng. *mesh*), jonka kautta objektille luodaan muoto kyseistä verkkorakennetta muokkaamalla. Tämä verkosto koostuu kokoelmasta monikulmioita kuten kolmioita. Monikulmiot näkyvät mallinnuksessa tahkoina (eng. *faces*), jotka syntyvät kulmien (eng. *vertices*) yhdistämisestä toisiinsa. Esimerkiksi kolmion kolme kulmaa luovat kolmiolle sen kolmiomuotoisen tahkon. 3D-mallissa tahkojen määrän paljous objektin pinnalla tiheämmällä alueella tekee sen pinnasta sileämmän ja tasaisemman¹.

Näitä 3D-malleja voidaan luoda eri kanavia pitkin: skannaamalla 3D-skannerilla jokin fyysinen objekti, käyttämällä *CAD-ohjelmistoa*², käyttämällä jotain mallinnusohjelmaa jolla luoda malli tyhjästä tai lataamalla valmiin digitaalisen tiedoston halutusta mallista suoraan internetistä³. Lhotka kehottaa huomioimaan 3D-mallia skannatessa, että fyysisestä objektista huomioidaan sen tummuus- ja vaaleusaste sekä materiaalin heijastavuus ja läpinäkyvyys. Skannerit erottavat ja toistavat paremmin värien välisävyjä verraten vahvoin kontrasteihin, sekä objekteja jotka ovat pinnaltaan läpinäkyvyyttä verraten läpinäkyviin⁴. CAD-ohjelmistot, kuten *Rhinoceros*, *Tinkercad* ja *AutoCAD*, ovat tarkoitettu enemmän mekaanisten mallien tai ns. kovapintaisten osien tuottamiseen esimerkiksi arkkitehtuuri- tai rakennusosalalla⁵. Lhotkan mielestä kyseiset ohjelmat eivät tuota yhtä taiteellisesti ja orgaanisesti vapaata muotokieltä kuin mallinnusohjelmat, kuten *Blender*, *Sculptris* ja *123D design*, missä voidaan muokata ja muovaila esimerkiksi virtuaalista savea erilaisilla ohjelman välineillä.

Valitulla ohjelmalla tehty 3D-malli muutetaan tiedostomuodoksi (.stl tai .obj) *viemällä* eli *exporttaamalla* tiedosto ohjelmasta, joka sitten avataan tulostimen käyttämässä ohjelmassa. 3D-tulostimen⁶ omaa ohjelmaa, kuten esimerkiksi *Curaa*, käytetään muuttamaan luotu malli tulostettavaksi tiedostomuodoksi. Tällöin kontrolloidaan tulostimen tapaa tuottaa haluttu malli fyy-

¹ Lhotka 2015, 212

² Computer-aided-design eli tietokoneavusteinen suunnittelu.

³ Esimerkiksi thingiverse.com. vrt. Lhotka 2015, 212

⁴ Lhotka 2015, 216

⁵ Lhotka 2015, 218

⁶ Tässä tapauksessa Ultimaker Original (Banthorpe 2016, WoM3b).

siseksi objektiksi. Ohjelman tarkoitus on Lhotkan mukaan ensin viipaloida malli halutun korkeiksi tasoiksi (eng. *layer*), mikä näyttää sekä ohjelmoijalle että koneelle mallin tulostamiseen tarvittavan tasojen määrän ensimmäisestä viimeiseen. Ohjelmalla myös luodaan koneelle työstön tapa: tulostimen suuttimen liikkumis- ja syöttönopeus, ja päätetään tulostimen tulostusreitti⁷. On myös tärkeää tässä vaiheessa luoda mallille tarvittavat tuet ja tukialusta. Ensimmäiseksi mainittu tukee mallin rakenteita, jotka on muotoiltu olemaan ilmassa⁸. Tukialustan tarkoitus on pitää malli paikoillaan tulostuksen aikana. Kun tiedosto on muokattu tulostukseen sopivaksi, se siirretään 3D-tulostimeen joko SD-kortilla tai internetyhteydellä.

ABS⁹ ja PLA¹⁰ ovat 3D-tulostuksessa käytettäviä *termoplastisia muoveja*, joita *FDM¹¹-tekniikassa* pursotetaan kerros kerrokselta¹². Näistä muoveista tehtyä *muovifilamenttia*¹³ 3D-tulostin sulattaa ja pursottaa läpi pienestä suuttimesta lämmenneelle pedille taso kerrallaan kunnes työ on valmis. Näille muoveille on tyypillistä pehmentyä kuumetessaan ja kovettua viilentyessään, jolloin muovit sopivat uudelleen käytettäväksi kestäessään useampia jäähdytys- ja lämmityskertoja¹⁴. Ennen muovin pursottamista 3D-tulostimessa oleva peti lämpenee, mikä takaa sulan muovin pysymisen tason pinnalla. Kouluympäristössä 3D-tulostin on toimiva laite, joka kokonsa puolesta mahtuu hyvin luokkahuoneeseen. On kuitenkin tiedostettava, että laitteen peti, itse 3D-tulostettu malli ja tulostussuutin ovat tulostuksen aikana ja hieman sen jälkeen polttavan kuumia¹⁵. Tulostamisen jälkeen on odotettava, että suutin siirtyy takaisin lähtöasemiinsa ja tulostunut malli jäähtyy huoneenlämpöiseksi. Malli irrotetaan varovasti tulostuspedistä käyttämällä apuvälinettä kuten lastaa tai palettiveistä. Tämän jälkeen mallista irrotetaan tukirakenteet taittamalla ja kuorimalla käsin, ja loppusilauksen voi tehdä esimerkiksi hiekkaperillä hioen.

7 Lhotka 2015, 228

8 3D-tulostin tulostaa alhaalta ylöspäin, tällöin pohjalla täytyy aina olla jotain, kuten tukipilareita.

9 Acrylonitrile butadiene styrene eli akryyliniitriliibutadieenistyreeni (Liimatta 2016, 5).

10 Polylactic acid eli polylaktidi (Liimatta 2016, 5).

11 Fused deposition modeling eli termoplastisen muovin pursotus (Liimatta 2016, 5).

12 Liimatta 2016, 6

13 Muovista suulakepuristettua ohutta lankaa, joka on kerälle kerittyä (Liimatta 2016, 5).

14 Banthorpe 2016, WoM3b

15 Suuttimen lämpötila nousee jopa 200 °C. ks. Lhotka, 2015, 221

Laserleikkaaminen

Artikkelissa, joka käsittelee laseria¹⁶ viime vuosisadan keksintönä, Marko Hamilo kirjoittaa laserin tarkoittavan valon vahvistamista stimuloidun säteilyemission avulla. Hamilton mukaan laservalossa olevat valoallot ovat samaa aallonpituutta eli väriä, jotka ovat samassa vaiheessa värähtelemässä samansuuntaisesti hyvin kapeassa valokeilassa. Itse laserlaite koostuu laseroivasta väliaineesta, fotoneille energiaa antavasta pumppauslaitteesta ja kahdesta peilistä, joista toinen päästää valoa lävitseen lasersäteen verran¹⁷. WoM3-kurssilla käytimme 60W CO₂ eli hiilidioksidilaserleikkuria¹⁸, joka pystyy työstämään akryyliä, täyspuuta tai sille tarkoitettua erikoisvaneria¹⁹. Laser voi joko leikata materiaalin lävitse tai tehdä materiaalin pinnalle kaiverrusta. Näihin liittyvät säädökset tehdään laserleikkurin käyttämässä ohjelmassa, kuten CorelDRAW:ssa, missä päätetään laserin voimakkuus, kulkunopeus ja taajuus. Laserleikkuulla voidaan ainoastaan toteuttaa kaksiulotteista leikkaamista ja kaivertamista, jolloin esimerkiksi kolmiulotteiseksi tarkoitetut työt kasataan laserleikatuista osista.

Laserleikkaamisen vaativuus teknisenä ratkaisuna tulee ilmi esimerkiksi siten, että konetta käyttäviä kehotetaan pysymään prosessin aikana koneen vieressä vahtimassa, ettei työstössä oleva laatta syty tuleen tai laser ala käyttäytymään oudosti. Myös ilmanvaihtopumpun pitäminen päällä on ensiarvoisen tärkeää koneen tehdessä leikkuuta, jotta tulipalon riski pystytään hallitsemaan sekä samalla suodattamaan materiaalin polttamisesta syntyviä haitallisia kaasuja²⁰.

Laserleikkaamista varten tarvitaan *vektoroitu* piirros, jossa on määritelty itse kuva-alue, jonka on tarkoitus kaivertaa ja viivat jotka on tarkoitus leikata läpi. Esimerkiksi käsin piirretty kuva voidaan muuttaa *Adobe Illustratorissa* vektorigrafiikaksi *trace*-toimintoa käyttämällä tai tehdä suoraan kyseisessä ohjelmassa vektoripiirros. Tämän jälkeen kuva tallennetaan tiedostomuotoon (.ai) ja siirretään se USB-muistitikun kautta laserleikkurin CorelDRAW-ohjelmaan. Kun tiedosto on ohjelmoitu halutulla tavalla laseroitavaksi, avataan tiedosto laserleikkurin näytöllä. Ennen tulostamisen aloittamista tulee laser manuaalisesti siirtää esimerkiksi vanerilevyn kulmaan aloituspisteeksi, jotta se ymmärtää tämän avulla kuvatiedostojen sijainnin tulostettavalla pinnalla. Asentamisen jälkeen ilmanvaihto laitetaan päälle ja aloitetaan tulostaminen.

16 Light amplification by stimulated emission of radiation (Tiede-lehti 5/2010).

17 Hamilo, Tiede-lehti 5/2010

18 Tässä tapauksessa Epilog Legend 36EXT Lasercutter (Banthorpe 2016, WoM3b).

19 Banthorpe 2016, WoM3b

20 Banthorpe 2016, WoM3b

CNC-jyrsintä

CNC²¹ tarkoittaa *tietokoneistettua numeerista ohjausta*, jossa tietokonetta käytetään koneen terien toiminnan hallintaan ja ohjelmointiin. Numeerista ohjausta käytetään pääasiassa teollisuudessa ohjaamaan sorveja, jyrsimiä, poria ja polttoleikkauskoneita²². Megan Werner kuvaa CNC-jyrsintää *massaa poistavaksi* (eng. *subtractive*) toiminnoksi. Jyrsin ohjelmoidaan tietokoneella käyttämällä CAD-ohjelmistoa kuten *Surfcamia*, jossa esimerkiksi ohjelmoidaan terän kulku ja leikkaus materiaalin pinnalla vaikka kolmen akselin suuntaisesti (x-, y- ja z- akselit)²³. Tämä tarkoittaa terän kulkua pituus-, leveys- ja syvyysuunnalla. WoM3b-kurssilla käytimme kolmen akselin suuntaisesti kulkevaa CNC-jyrsintä²⁴ (eng. *3-Axis CNC*), joka pystyi työstämään täyspuuta, MDF-levyjä ja vaneria. Kone pystyy ohjelmoinnin mukaisesti seuraamaan annettua reittiä tai poistamaan rajatusta alueesta materiaalia. CNC-jyrsimellä on kuitenkin omat vajavaisuutensa jotka tulee ottaa huomioon työn kaiverruksessa ja suunnittelussa. Koneen terät eivät pysty leikkaamaan kulmia, olivat ne jyrkkiä tai 90°:n kulmassa (kuva 4a), jolloin lopputuloksessa on aina joko pyöreä kulma tai koneen terän tekemä pistemuoto (kuva 4bc). Lisäksi aikaisemmista menetelmistä eroten CNC-jyrsimessä ei ole valmiiksi pidikkeitä työn pitämiseen paikoillaan, vaan työ on manuaalisesti asetettava työstöpedille metallisten pidinten varaan²⁵. CNC-jyrsintä käytettäessä on käytettävä suojalaseja ja kuulosuojaimia koneen kovaäänisyyden ja leikkaamisesta aiheutuvan hakesilpun lentämisen vuoksi.

CNC-jyrsinnässä voidaan käyttää 3D-tulostamiseen tehtyä 3D-mallia vain vaihtamalla tiedostotyyppiin Surfcam-ohjelmiston lukemaan muotoon (.dxf tai .3dm). Surfcamissa tiedostotyyppi muutetaan CNC-ohjelmiston lukemaan muotoon (.nc), johon ohjelmoidaan muun muassa terien reitit. Kaiverruksen valmistuttua imuroidaan työstöstä ilmaantunut hakesilppu ja irrotetaan työ työstöpedistä.

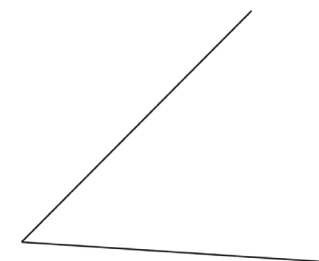
21 Computer numerical control

22 Singh & Sodhi 2014, 15, 25-26

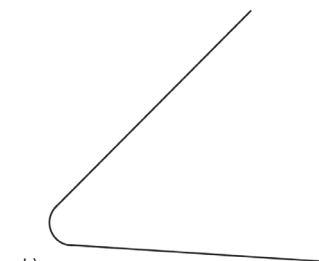
23 Werner 2011, 111

24 Tässä tapauksessa Digima SHG1212 (Banthorpe 2016, WoM3b)

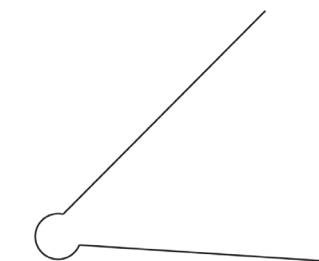
25 Banthorpe 2016, WoM3b



a)



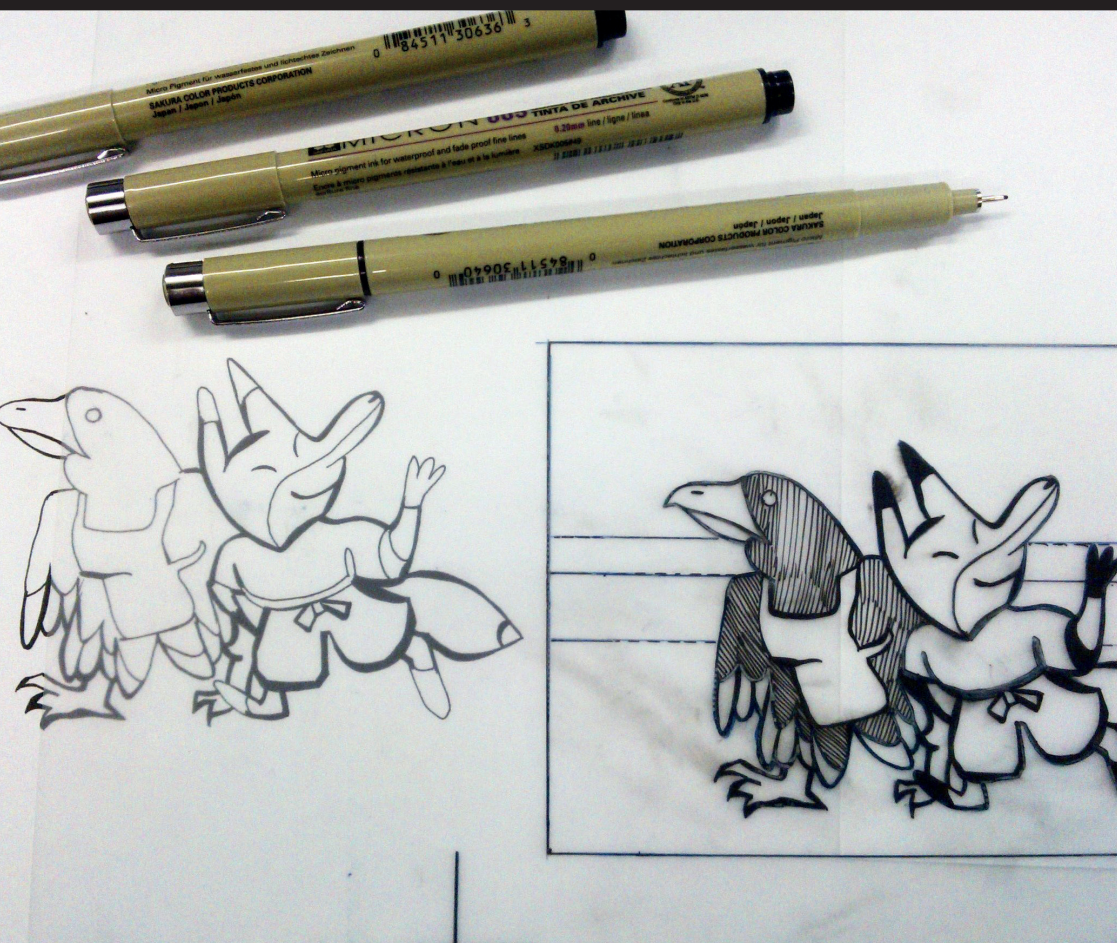
b)



c)

Kuva 4 Jyrsimen terien rajoitukset kulmia tehdessä.

Taiteellisen työskentelyn prosessi



Kuva-aiheen luonti

Tutkimusta varten minun tuli päättää valmistettava kuvio tai kuva-aihe, josta voisin tutkia eri menetelmien suorituskkyä viivojen toistamisessa ja tarkkuudessa. Aluksi pohdin tekemäni erilaisia kuoseja, muotoja, numeroita tai pelkkää viivoitusta. Nähdessäni Parramanin ym. tutkimuksen laattojen kuva-aiheet mitkä koostuivatkin pohtimistani kuvioista, vaihdoin kuva suunnitelmaani. Keskustellessani kandidaatintyöni aiheesta sain ehdotuksen, että käyttäisin samaa kuvaa jonka tein vähän aikaa sitten japanilaisen vesiväripuupiirroksen erikoiskurssilla. Huomasin, että tekemäni kuva sopisi täydellisesti tutkimukseeni sen eri paksuisten viivojen ja värialueiden takia. Tämä valinta myös helpotti taiteellista työskentelyä poistamalla prosessista kuva-aiheen luomisen ja uuden perinteisen puupiirroslaatan tekemisen.

Piirsin kuvan puhtaaksi uudelle paperille puupiirroksessa käyttämästäni kalvosta. Käytin piirtämiseen ohuita tusseja ja jäljensin kuvan valopöydän avulla. Jäljentämisen jälkeen väritin kuvan ja skannasin sen yliopiston skannerilla tietokoneen Adobe Photoshop-ohjelmaan. Skannauksessa käytin korkeinta resoluutiota, jonka koneesta sain eli 600 dpi (*dots per inch* eli *pikseliä pituusyksikköä kohti*). Korkea resoluutio antaa työstettäväksi isomman ja tarkemman informaation kuvasta, jolloin sitä on helpompi työstää Adoben kuvankäsittelyohjelmissa kuten Photoshopissa ja Illustratorissa. Liian pienellä resoluutiolla skannattu kuva on yleensä rosainen ja siinä oleva informaatio on pakatumppaa.

Photoshopissa määritin kuvan väritasapainon ja kontrastin *curves*-toiminnolla vahvasti mustaan ja valkoiseen. Tämän jälkeen muutin kuvan mustavalkoiseksi *greyscale*-toiminnon avulla. Tarkistettuani, että kuvassa ei ollut skannauksesta tulleita virheitä tai tahroja, siirsin tiedoston Photoshopista Illustratoriin. Siellä muutin kuvan vektorigrafiikaksi käyttämällä *live-trace*-toimintoa. Tämän jälkeen tallensin kuvan USB-tikulleni .png-tiedostomuotoon.

Laattojen työstö

Kirsikkapuusta käsin kaiverrettu japanilaisen vesiväripuupiiirroksen laatta

Piirtääkseni kalvoon piirretyn kuvan laatalle käytin kuvan jäljentämiseen kalvon ja puulaatan välissä *kalkkeeripaperia*¹. Jäljentämisen jälkeen käsitte-
lin laatan pinnan tummalla vesivärillä nähdäkseni paremmin leikkausjäljet. Työstön aikana pidin laattaa kosteana laittamalla kostean pyyhkeen laatan alle ja suihkuttelemalla vettä laatan ympärille. Kosteuden aikaansaamaa pehmeää puuta on tällöin helpompi leikata ja kaivertaa. Ensin kuljetin niin sanottua piirrinterää ääri viivojen molemmin puolin helpottaakseni tulevaa talttatyös-
kentelyä leikkaamalla katki puun syitä. Mikäli en leikkaisi puun syitä irti, tulisi puuhun halkeamia ja saattaisin vahingossa leikata itse kuvan ääri viivoja. Leikkausvirheitä pystyy korjaamaan jälkikäteen liimaamalla palasia paikal-
leen. Itse kaivertamisessa käytin vaihdellen erikokoisia V- ja U- talttoja ja lopuksi loivia talttoja siistiäkseni leikatun pinnan tasaiseksi.

4mm vanerista laserleikattu ja kaiverrettu laatta

Laserleikkauskoneen ohjelmaa varten käänsin kuvan värit vastakkaisiksi (kuva 5), sillä leikkuri polttaa ja leikkaa mustalla värillä merkittyjä viivo-
ja ja pintoja. Muutoksen tehtyäni siirsin tiedostoni leikkurin CorelDRAW-
ohjelmaan USB-muistitikun kautta ja aloin tekemään viimeistelyjä. Piirsin ohjelmassa kuvan ympärille neliöt, jolloin saan kaiverretun kuvan irti laseroi-
tavasta isosta vanerista. Leikkaantuakseen läpi laserilla, neliöiden viiva muu-
tetaan *leikkaantuvaksi viivatiedostoksi eli hairlineksi*. Kuvan ollessa valmis,
valitaan halutut kuva-alueet hiirellä maalaten. Tulostettaessa valitaan laserille
nopeus, voimakkuus ja taajuus.

Asetusten olessa kohdillaan, laitoin vanerin koneen sisään ja tein tarvit-
tavat manuaaliset säädöt tulostusta varten. Koneen tulostaessa yllätyin, kuin-
ka nopeasti laserin valo liikkui kuvani ilmestyessä hiljalleen esiin vanerista. Kuvan valmistuttua laser leikkasi kuvat irti vanerista määrätyn neliön mu-
kaisesti (kuva 6). Kahden laatan polttoon meni yhteensä n. 15–20 minuut-
tia. Laatat tuoksuvat pitkään valmistumisensa jälkeen palaneelta saunalta. Vedostusta varten lakkasin laatan pinnan ohuella kerroksella vesiohennettua
kalustelakkaa; myös perinteiset öljyväripohjaisia väreillä vedostetut laatat la-
kataan, jotta vedostamisen jälkeen laatta on pitkäikäisempi ja helpompi puh-
distaa väristä. Lakkaamattomaan orgaaniseen materiaaliin kuten huokoiseen
puuhun väri imeytyy, kuivuu ja pinttyy kiinni herkemmin.

¹ Hiilipaperia, joka luovuttaa väriään sen alla olevalle pinnalle jäljennetyn jäljen mukaisesti.



Kuva 5 Kuvatiedoston negatiiviversio.



Kuva 6 Leikatessa jälki vaikuttaa hyvältä. Kuvatiedoston viivat ja laajat alueet toistuvat selkeästi ja tarkasti vanerilla.

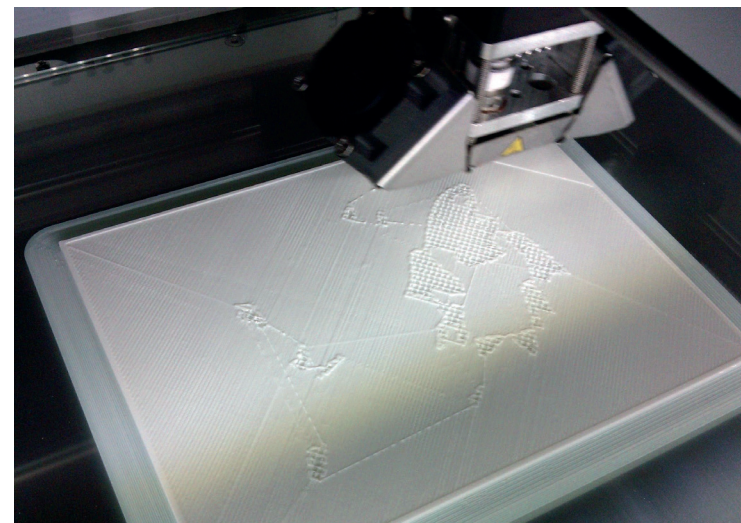
Valkoisesta PLA filamentista 3D-tulostettu laatta

3D-tulostinta varten loin 3D-mallinnuksen laatasta samaisen kuvan kanssa. Laatan digitaaliseen luomiseen käytin internetistä löytyvää Tinkercad-ilmaisohjelmää, joka on ehkä paras vaihtoehto ensikertalaisille helppokäyttöisyytensä vuoksi. Loin ensin ohjelmalla suorakaiteen, jonka muokkasin oikean kokoiseksi ja 3 mm korkuiseksi. Tämän jälkeen latusin ohjelmaan jo laserleikkausvaiheessa tehdyn piirrokseni, joka ohjelmassa muuttui suoraan kolmiulotteiseksi komponentiksi. Asettelin kuvakomponentin haluamalleni kohdalle suorakaiteen pinnalle ja määritin kuvan korkeuden sivutaulukosta olemaan 2 mm. Tämän jälkeen yhdistin ne toisiinsa ja siirryin lataamaan tiedostoa ulos ohjelmasta. Tallensin työn USB-tikulleni valitsemassani tiedostomuodossa (.stl).

Avattuani tiedoston tulostimen Cura-ohjelmassa ohjelmoin laatalle tulostukseen tasojen kerrosmäärän, tukialustan ja lopullisen pintakerroksen sisällä olevan verkotuksen tiheyden. Jotta laatta varmasti kestää vedostamista, päätin tehdä verkosta tiheän. Säädösten valmistuttua siirsin tiedoston SD-kortin välityksellä tulostimeen. Koneen työskennellessä, seurasin, että tulostimen peti lämpeni asiaan kuuluvasti ja muovi pysyi kiinni sen tehdessä tukialustaa. Laatta rakentui yhteensä kahdestakymmenestäkuudesta kerroksesta, joiden tulostaminen kesti yhteensä 9-10 tuntia (kuva 7). Tulostin ei pystynyt toistamaan ohuita viivoja ja tiettyjä yksityiskohtia. Myös itse viiva ei ole kompakti vaan se koostuu ikään kuin monista viivoista, sillä muovi ei ole sulanut kunnolla. En irrottanut laatasta varmuuden vuoksi tukialustaa.

Puukomposiittipalikasta CNC-jyrsitty laatta

CNC-jyrsintää varten pystyin käyttämään laserleikkauksessa käytettyä tiedostomuotoa. Koneen säädöt, ohjelmointi ja asennukset tehdään jyrsimen Surfcam ohjelmistossa. Tämän jälkeen laattaa työstetään asettamalla jyrsitävälle palikalle metallipitimet ja asentamalla koneeseen 6mm paksuisen terän. Terää vaihdettiin aina pienemmäksi sen mukaan, kuinka hienoa jälkeä haluttiin luoda (kuva 8). Koneen terän vaihtojen aikana palikan ympäriltä imuroitiin leikkauksessa lentänyttä siroa puusilppua. Jokaisen terän vaihtamisen jälkeen kone täytyi ohjelmoida aina uudestaan leikkaamaan terällä halutut kohdat. Laatan työstöön meni ajallisesti yhteensä n. 30–40 minuuttia. Ensivaikutelmani laatasta oli sen suhteellisen tarkka toistavuus huolimatta kulmien kaarevuudesta ja joidenkin yksittäisten kohtien toistumattomuudesta. Materiaalin poistaminen laatasta muistutti perinteistä menetelmää. Kuvapinta-alan korkeus olisi voinut olla 3 mm:n sijaan 1,5–2 mm, sillä ohuet ääriiviivaosat vaikuttavat helposti hajoavilta ollessaan korkeita.



Kuva 7 Kymmenes kerros tulostumassa.



Kuva 8 Laattaa on työstetty sekä 6 mm että 3 mm terillä. Seuraavaksi siirrytään 1 mm terään.

Laattojen vedostaminen



Valmistelut ja vedostus

Tehdäkseni sekä öljy- että vesiväri vedostamista minun tuli järjestellä työpiste valmiiksi ja leikata suodatinpaperit. Vesiväri vedostusta varten osa suodatin-papereista tuli kostuttaa laittamalla ne kosteiden sanomalehtien väliin ja muo-
vin alle n. 30 minuutiksi. Papereiden kostuessa aloin valmistamaan öljypoh-
jaista painoväriä vaihtoehtoisille laatoille. Öljypohjaiseen painoväriin lisättiin
painovärinnotkistusainetta¹ lastoilla niin, että painoväriin koostumus muuttuu
majoneesimaiseksi².

Väriin valmistumisen jälkeen sipaistaan lastoilla painopöydän pintaan
ohuehko kerros väriä telaamista varten. Painoväriin levittämistä varten valitsin
kovapintaisen telan, jotta väri saadaan pysymään hallitummin laatan pinnalla.
Pehmeäpintainen tela olisi joutaessaan pinnalla painanut väriin laatan poh-
jatasolle saakka, mikä olisi ollut ongelmana etenkin laserleikatussa laatassa.
Telasin kovapintaiseen telaan väriä, jonka tasoin ja ohensin telaamalla väriä
värinottopisteen yläpuolelle. Väriä oli oltava telassa kevyt kerros, jotta väri ei
sotkisi laatkaa tai värjäisi painopinnan viivoja tukkoon paksulla kerroksella.

Asetettuani ensimmäisen laatan vedostusta varten papereiden ja hier-
timien läheisyyteen aloin telaamaan väriä laatan pinnalle kevyesti rullaten.
Levittämisen jälkeen asetin laatan päälle kuivan vedostuspaperein ja aloitin
väriin hiertämisen paperiin barenilla leivinpaperein lävitse. Mikäli koin, että
väri ei tarttunut joihinkin yksityiskohtiin, hiersin puisella ovennupilla kysei-
sistä kohdista. Päätettyäni hiertämisen olevan valmis, siirsin leivinpaperein
syryään ja nostin vedoksen varoen hitaasti laatan päältä. Valmiin vedoksen
siirsin tämän jälkeen kuivumaan puhtaalle sivupöydälle ja jatkoin vedosta-
mista. Vedostin tällä tekniikalla jokaisesta vaihtoehtoisen menetelmän laatas-
ta kuusi kappaletta vedoksia per laatta. Näistä vedoksista pystyin seuraamaan,
muuttuvatko vedokset jokaisella kerralla vai pysyväkö jälki samanlaisena.

Vesiväripuupiiirroslaattani vedostin muista laatoista poiketen tekniikal-
le perinteiseen tapaan. Vedostettavan kuva-alueen tulee olla kostea ja vettä
imenyt ennen vesiväriä laittamista laatan pinnalle, jottei väri heti kuivu ja
imeydy puuhun. Vetisehköä väriä sipaistaan pensselillä laatan pinnalle ja väri
harjataan nori³ nokareen kanssa toisiinsa tasaiseksi kerrokseksi levyn pinnalle.
Tämän jälkeen kostea paperi asetetaan laatalle kohdistusmerkkien mukaisesti.
Leivinpaperein asettamisen jälkeen väri hierretään paperiin barenilla pyörivin
liikkein. Valmis vedos nostetaan pinnalta kuivumaan puhtaalle pöytätasolle.

¹ Easy wipe. Painoväriä muokkaava yhdiste, joka tekee väristä helpommin pyyhittävän ja levitettäv-
än laatan pinnalle.

² Painoväriin kuuluu olla helposti liukuvaa, muttei liian juoksevaa, jottei väri roiskuisi tai valuisi
laatan väleihin.

³ Riisitärkkelysliisteri.

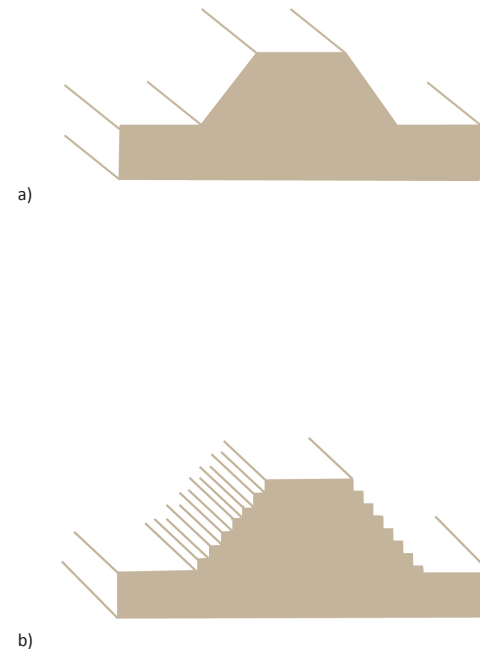
Havainnot vedostettaessa

Ensimmäinen epäilyni oli, että koska yhteenkään laatoista ei pystytty tekemään loivennusta painopinnan ja pohjatason väliin (kuva 9a), vedostaessa paperit tulevat mahdollisesti repeämään painopinnan jyrkkien sivujen vuoksi. 3D-tulostamisessa se olisi ehkä ollut teoreettisesti mahdollista, sillä tällöin loivennus olisi ollut porrasmainen (kuva 9b). CNC-jyrsinnässä loivennus olisi voinut olla mahdollista, mikäli koneen ohjelma olisi onnistunut luomaan loivennukset kuviooni. Tämä ei kuitenkaan onnistunut ohjelmalla, jolloin se jätettiin tekemättä. Loivennuksien puuttuminen laatoista ei kuitenkaan haitannut vedostamista, joten huoleni paperien repeämisestä ja värin epätasaisesta leviämisestä oli turhaa. Oletan, että loivennukset ovat tärkeitä vain perinteisessä laatassa siinä olevien puunsyiden vuoksi. Mikäli olisin käyttänyt täyspuuta CNC-jyrsinnässä, olisi siinä täytynyt huomioida loivennukset. Banthorpe ei kuitenkaan suositellut käytettäväksi täyspuuta, sillä koneen terä olisi voinut mennä hajalle osuessaan joko oksaan tai laatta olisi voinut halkeilla syiden revetessä irti.

Epäilin laserlaatasta vedostamisen epäonnistuvan, sillä korkeus painopinnan ja pohjatason välillä oli alhainen, vain n. 1 mm. Ajattelin, että painoväri värjää koko laatan pohjatasoa myöten, jolloin vedostuksesta tulisi joko kokonaan musta vedos tai sotkuisen läikikäs versio. Koin myös, että tehdyn lakkauksen jälkeen vanerissa olevan kuvan yksityiskohdat katoaisivat lakan ohuesta kerroksesta huolimatta. Lakkaus oli kuitenkin vedostamista ajatellen tähdellistä, sillä muuten värin levitys olisi ollut epätasaista, paakkuuntuvaa ja värin peseminen olisi ollut mahdotonta vedostamisen jälkeen värin kuivettua kiinni laatasta oleviin puunsyihin ja pintaan.

Vedostaessa yllätyin kuitenkin positiivisesti laserleikatun laatan suhteen. Väri levittyikin tasaisesti koholla olevaan kuva-alueeseen, vaikka väri levisikin pohjatasolle telatessa. Värin leviäminen on normaalia myös perinteisessä öljyväripuupiirroksessa ja väri pystytään pyyhkimään laatasta pois normaalisti kangsrättiä käyttämällä.

3D-laatta oli haastavin vedostettava, sillä laatan muovipinta aiheutti vedospaperin liukumista pois laatan päältä. Edes laatalle telattu värikerros ei pitänyt paperia paikallaan. Tällöin vedostettaessa paperista ja laatasta tuli pitää toisella kädellä kiinni, jottei väri sotkisi vedospaperia. Tähän voi vaikuttaa käytetyn paperin laatu; rouheampi ja kitkainen paperi voisi pysyä paremmin kiinni vedostettaessa. Yleisestikin käytetyn paperin ominaisuudet vaikuttavat vedostusjälkeen, mitä parempi paperi sen parempi vedos, etenkin jos paperi on testattu soveltuvimmaksi menetelmää ajatellen.



Kuva 9 Painopinnan ja pohjatason välinen loivennus ja mahdollinen porrastus.

Laattojen puhdistaminen

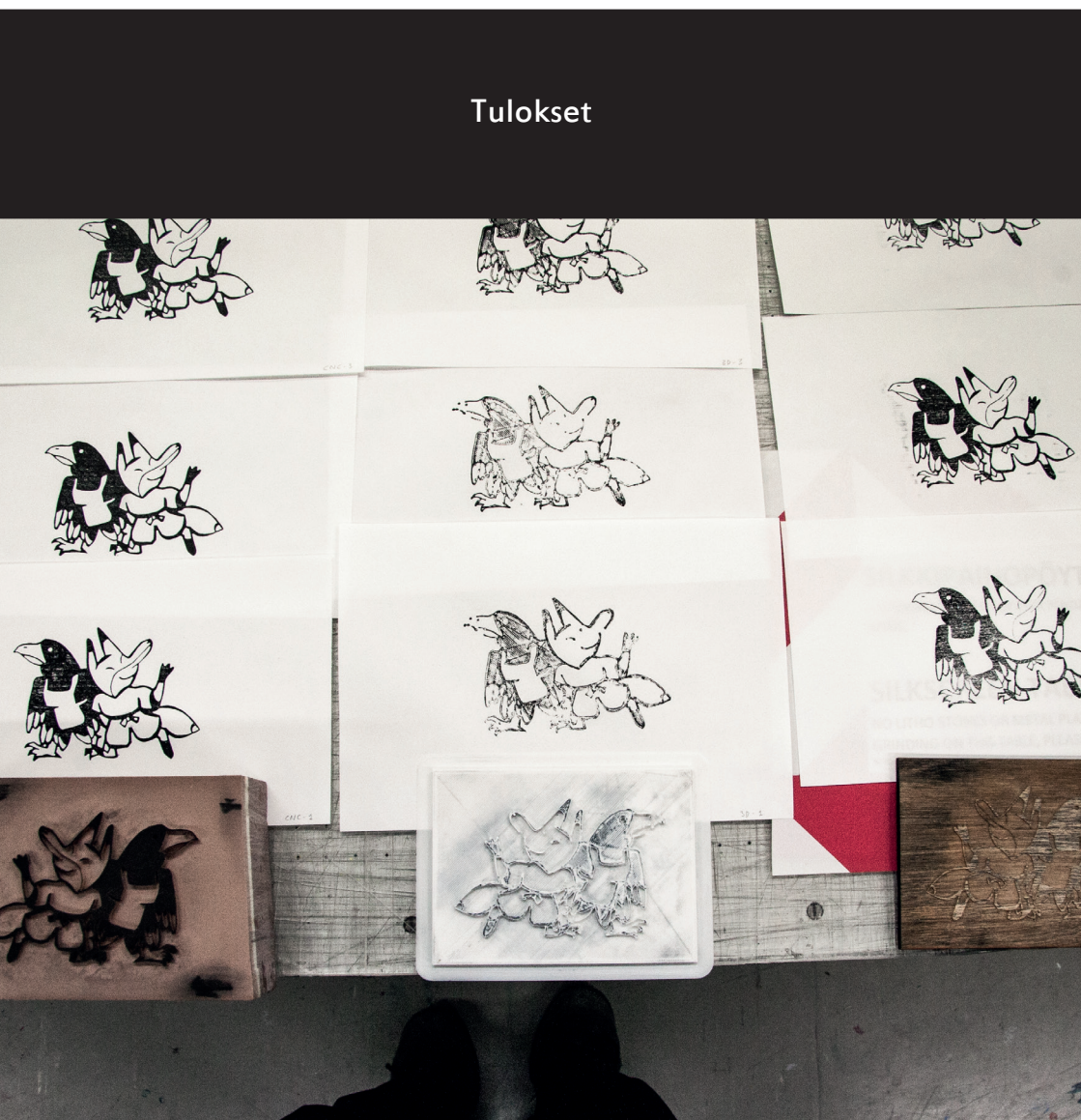
Laserleikatun laatan puhdistus rypsiöljyllä onnistui yhtä hyvin kuin perinteisen puupiiirroslaatan. Laatan syihin jäi painoväriä, mutta väri saatiin puhdistettua mielestäni kiitettävästi pois levyltä. Öljyväripuupiiirroksista poiketen vesiväripuupiiirroslaattaa ei tarvitse vedostamisen jälkeen pestä mikäli laattaa vedostetaan samalla värillä myöhemmin.

CNC-levyn osalta huomasin laattaa pestessä, että tämän pinta olisi pitänyt lakata laserleikatun laatan tavoin, sillä väri ei puhdistunut pinnalta rypsiöljyn avulla vaan pikemminkin sotki laattaa entisestään. Tämä virhearvio lakkaamisen suhteen johtui oletuksesta, että materiaali hylkisi painoväriä muovimaisen pintansa ansiosta. Onneksi laatan pystyi puhdistamaan siihen tarttuneesta väristä käyttämällä mäntysuopaa ja puhdistussientä.

3D-levyn puhdistus toimi parhaiten käyttämällä Cif-pesuainetta sienellä varovasti hieroen ja vedellä huuhtoen. Pesusta huolimatta laatan rakenteisiin kuten uriin jäi osittain ja jopa roimasti jo kuivunutta väriä.

Näin puhdistamisen jälkeen olisi mielenkiintoista myöhemmin kokeilla, muuttuuko laattojen vedostamisen taso ja eroaako jäljen tarkkuus laatoilla toiseen kertaan vedostaessa. Ovatko laatat uudelleen käytettävissä vai onko kyseessä vain kertakäyttö? Kuinka paljon vaikuttaa laattojen uriin kuivunut väri ja onko laatan kuvapinta muuttunut kuivuneesta väristä epätasaiseksi?

Tulokset



Vaihtoehtoisilla menetelmillä voidaan tuottaa kohopainoon soveltuvia laattoja. Jokaisen laatan pystyi vedostamaan ja vedostuksista pystyi huomaamaan välineiden ominaispiirteitä, kuten materiaalisia tekstuureja. Parhaimman vedostutuloksen saamiseksi kuva-aihe täytyy vain muovata menetelmällä soveltuvammaksi ja huomioimalla välineen ja materiaalin rajoitteet tulostettaessa. Esimerkiksi 3D-tulostaessa ei voida saada aikaan yhtä tarkkoja yksityiskohtia kuin laser tai CNC-jyrsinnällä. Tämän epätarkkuuden voi huomata kuvassa linnun nokasta ja ketun naamasta. Jokainen menetelmä pystyy kuitenkin luomaan sekä laajoja että yksityiskohtaisia alueita välineiden ajoittaisista rajoitteista huolimatta. Mielestäni 3D-tulostettu laatta osoitti kehnointa tasoa kuvan jäljentämisessä, muun muassa yksityiskohtien puuttumisella, vahvalla pintatekstuurilla ja ääriviivojen tasalaatuisuudella. CNC-jyrsintä taas osoitti parhainta suorituskykyä sekä kuvan jäljentämisessä että vedostusjäljessä; kaarevista kulmista huolimatta. Samat johtopäätökset tekivät Parraman ym. omassa tutkimuksessaan. Parramanin ym. tavoin huomasin myös laserin ja CNC:n olevan lähimpänä perinteistä puumateriaalin ja laatan työstön suhteen. Työssäni en huomannut Parramanin ym. havaintoa siitä, että laserleikkauksessa olisi ollut epätasaisuuksia poistetussa pinnassa¹.

Ajallisesti työt eroavat toisistaan laserin ollessa nopein ja perinteisen ollessa hitain tekniikka. 3D-tulostus vei huomattavasti enemmän aikaa, kuin olisin odottanut. Tekniikan jälki ja työstön kesto eivät olleet suoraan verrannollisia. Hidas 3D-tulostus toisti heikoiten syötetyn kuvan verrattuna nopeaan laseriin, joka toisti kuvan moitteettomasti. Vaikka laser jäljensi kuvan tarkasti, on tekniikassa heikkoutena leikkaussyvyys ja kuvan epätarkkuutta aiheuttavat puunsyyt.

3D-tulostetun ja laserleikatun laatan kohdalla vedokset muuttuivat tummemmiksi ja selkeämmiksi myöhemmissä vedoksissa värin tartuttua paremmin laattaan. Varjopuolena vedoksista tuli helpommin sotkuisempia. CNC:n ja perinteisen kohdalla vedostusjälki pysyi muuttumattomana ja yhtä hyvänä jokaisessa vedoksessa.

¹ Parraman ym. 2015, 2-3



PERINTEINEN



LASERLEIKKAUS

3D-TULOSTUS



CNC-JYRSINTÄ

TEKNIikka	perinteinen	laserleikkaus	3D-tulostus	CNC-jyrsintä
VÄLINE/LAITE	ns. piirtoveitsi ja eri kokoiset u- ja v-taltat	Epilog Legend 36XT	Ultimaker Original	Digima SHG1212
LAATAN TEKOAika	yhteensä n. 30 tuntia	15–20 minuuttia kahdelta laatalta	n. 9–10 tuntia	n. 30–40 minuuttia
VÄRI	holbein vesiväri	öljypohjainen	öljypohjainen	öljypohjainen
VEDOSTUSJÄLKI	tarkka mutta nuhrainen, ääri- rivivojen reunat epätarkat ja ääriivät tasapaksuja	tarkka, puun syyt aiheut- tavat kuitenkin katkonai- suutta ja epätarkkuutta	epätarkka, ääriivät ta- sapaksuja	tarkka, sillä viivat ovat kompakteja ja väri ei ole levinnyt ääriivois- ta
KUVAN JÄLJENNYS	toistanut kuvan tekijän kä- den taitojen mukaisesti ¹	toistanut kuvan tarkasti, vaikka vanerin puun syyt tekevät viivoista katko- naisia	toistanut kuvan epätar- kasti, ohuimmat viivat ja yksityiskohdat ovat puutteelliset	toistanut kuvan tarkas- ti, poikkeuksena kohta joka ohjelmoinnista unohtui.
VEDOSTUNUT PINTATEKSTUURI	epätasaisen helmeilevä ²	vahva vanerin pinnan puunsyyn rakenne	muovifilamentin kulku- suunta tulostettaessa	tasainen pinta
ERIKOISHUOMIOT	-	pinnan lakkaus ennen ve- dosta	-	pinta olisi pitänyt lakata ennen vedosta
MATERIAALI	kirsikkapuuvaneri	4 mm erikoisvaneri	PLA filamentti	puukomposiitti
LEIKKAUSVYVYYS	n. 2 mm	alle n. 1 mm	2 mm	3 mm
PUHDISTUS	värin annetaan kuivua	rypsiöljyä	Cif-pesuaine	mäntysuopa

HUOM. En esitä hinta-arvioita, sillä laattojen materiaalikustannukset olivat osa WoM3b -kurssimateriaaleja.

1. Ketun hännänpää ja valkoparta-alueet vedostetaan työhön toisella värillisellä laatalta.
2. Pintatekstuuri johtuu norin ja värin epätasaisesta sekoitussuhteesta.

Pohdintaa



Taiteelliset ja kaupalliset sovellutukset

Biggs toteaa, että tutkimusta ei pidä pelkästään tehdä omaa etua ajatellen esimerkiksi ammatillisen taidon kehittämisen suhteen, vaan on huomioitava tutkimuksen edistyselliset hyödyt ja merkittävyydet muita alalla toimivia tekijöitä kohtaan¹. Vaikka kandidaatin tutkimuksen tekoprosessi hyödytti minua itseäni omaa ammattitaitoani ajatellen, koen sen hyödyttävän myös muita taidegraafikan alalla toimivia kollegoita. Toivon, että tekemäni katsaus herättää kollegoissani uusia oivalluksia siten, että he vuorostaan kokeilisivat näitä metodeja ja kehittäisivät uusia työskentelytapoja niihin pohjautuen. Sillä uudelleenoppiminen tekee taidegraafiikasta sen tekijöille mielenkiintoisen². Alalla tehdyt monet kiinnostavat kokeilut aiheuttavat yllätyksellisiä onnistumisia ja ennalta arvaamattomia lopputuloksia, joista tulee tulevaisuudessa uusia menetelmiä yleisempään käyttöön. Tällaiset kokeilut voivat liittyä värien sekoittamiseen toisiinsa tai luottimiin, laattojen tekemiseen eriskummallisista pinnoista tai vedostuspaperin eri tekstuureihin. Paul Gauguin ja Edward Munch haastoivat puupiirroksen rajoja tekemällä perinteisestä poiketen teoksia yhden laatan menetelmällä³. Kyseisessä menetelmässä ei ole jokaista väriä varten omaa laattaansa, vaan kaikki leikkaukset ja värit painetaan yhdeltä laatalta prosessimaisesti työtä kehitellen⁴. Menetelmän hyödyt ovat prosessin taloudellisuus ja tarkempi kohdistus vedostettaessa. Williamson huomauttaa, että tekniikan uniikkisuus rajoitetussa vedosmäärässä aiheutti muutoksen taide maailmassa tehden siitä suosittua vaihtoehdon taidemarkkinoilla⁵.

Tähän asti taiteilijat, graafiset suunnittelijat ja muut luovan alan ammattilaiset ovat muokanneet perinteisiä painantamenetelmiä sopimaan omiin nykypäivän tarpeisiinsa⁶. Mielestäni voisi ajatella, että miten jokin jälki lopulta toteutetaan laatalle ja kuinka se vedostetaan, on toissijaista. Grafiikkaa voidaan ajatella välineenä tehdä merkkejä ja symboleita jonkin materiaalin pintaan. Näin ajateltuna kohopainossa kaikkea kohopintaista voidaan vedostaa. Esimerkiksi skotlantilaisen nuoren studio Aekidon perustaja Levi Bunyan käyttää painamisessa legolevyä johon hän järjestelee halutulla tavalla yksitappisia legopalikoita⁷. Berliinissä toimii taitelijakollektiivi Raubdruckerin, joka painaa kankaisiin kuten vaatteisiin katukuvasta tuttuja viemärinkansia. Oli prosessi millainen tahansa, tärkein ja arvioitu asia on itse teos, eli vedos.

Esittelemäni vaihtoehtoiset menetelmät herättävät sekä puoltavia että vastustavia mielipiteitä, kuten linoleikkaus sai aluksi. Negatiivisena puolena

1 Biggs 2002, 2

2 Williamson 2013, 5

3 Williamson 2013, 130

4 Laitinen ym. 1999, 145

5 Williamson 2013, 130

6 Williamson 2013, 5

7 Williamson 2013, 190

laattojen teossa voidaan ajatella kuilua tekijän ja materiaalin välillä. Laatan työstäjä ei ole kosketuksissa laattaan, jolloin itse laatan työstämisestä saatu mielihyvä jää vähäiseksi jopa olemattomaksi. Laattojen tekeminen ei myöskään haasta tekijän kädentaitoja eikä anna mahdollisuutta virheiden korjaamiseen heti. Kone täytyy ohjelmoida uudelleen ja laittaa uusi laatta koneen työstettäväksi. Mikäli virheitä tapahtuu, vaihtoehtoinen menetelmä kuluttaa enemmän materiaalia kuin perinteisesti käsin kaiverrettaessa. Työskentelystä ja lopputuloksista jää myös puuttumaan laatan tekijän oma persoonallinen kädenjälki. Positiivista laatoissa on mahdollisuus luoda kohopainolaattoja itselle vaikeasti toteutettavissa olevista kuva-aiheista. Tämä mahdollistaa ideoiden luomisen ja kohopainografiikasta nauttimisen ihmisille, joille käsin kaivertaminen on vaikeasti hallittavissa ja epämiellyttävää. Tekijä voi nauttia kohopainografiikan vedostamisesta ja sen viivanluonteesta, vaikka se ei toki olekaan se aito ja alkuperäinen käsin kaiverrettu versio. Nämä vaihtoehtoiset menetelmät mahdollistavat ja helpottavat myös isojen laattojen työstöä.

CNC-jyrsinnän käyttöä kohopainolaattojen tekemisessä käyttää muun muassa taiteen professori Lari R. Gibbons esimerkiksi teossarjoissaan ”*Outgrowth*” (2012) ja ”*Traces*” (2013). Gibbons käytti CNC-jyrsintää teossarjojensa luomiseen, sillä hänen teossarjojensa laatat ovat isokokoisia ja niissä oleva kuvio on abstraktia kiemuraa. Käsin kaiverrettaessa nämä laatat olisivat vieneet huomattavasti enemmän aikaa ja kärsivällisyyttä valmistaa, eikä se olisi ollut taloudellisesti, saati ergonomisesti hyödyllistä. Toisaalta vaihtoehtoisilla menetelmillä tehtyjen laattojen ei tarvitse olla aina taideteossarjoja, sillä menetelmiä voidaan käyttää markkinarakonakin. Taidegrafiikan saralla uusien menetelmien, kuten laserleikkauksen käyttö on luonut uusia yritysideoita. Esimerkiksi Etchpop:in luoja Marshall ja Chester keräsivät rahaa Kickstarterin kautta voidakseen perustaa yrityksen, jonka kautta ihmiset voisivat tilata laserleikattuja kohopainolaattoja haluamistaan kuvista. Yritys lähettää laserleikattujen kohopainolaattojen mukana myös painovärejä ja papereita tilaajilleen vedostettaviksi. Toisen yrityksen, Present and Correct:in, verkkokaupasta voi taas tilata toimistotöihin persoonallisempia laserleikkamalla tehtyjä muovileimasimia⁸.

Vaikka tekniset parannukset ovat vuosien saatossa johtaneet tehokkaampaan painantaprosessin ja materiaalien hyödyntämiseen, ovat painantakoneiden käyttäminen, mekaniikka ja metodit pysyneet muuttumattomina⁹. Esimerkiksi uusilla materiaaleilla ja tavoilla tekemäni laatat eivät muuta tapaani vedostaa niitä tai muuta mekaniikkaa painantatavoissa. Käytän samaa tapaa painaa laattojani kuin perinteisessäkin menetelmässä. Uudet tekniikat ja parannukset saavat aikaan aina keskustelua ja kahden näkökulman risteämisiä. Williamsonin mukaan kirjainpainannassa uusien tietokonegrafiikalla

⁸ Williamson 2013, 185

⁹ Williamson 2013, 5

luotujen kirjainten ja photopolymeerilaattojen käytön yleistymisen syrjäytti kirjainten käsintekemis- ja järjestelyperinteen, mikä merkitsi oikeaoppisille kirjainpainajille perinteisen ammattikunnan katoamista. Uudet välineet nopeuttavat kirjainten tekoprosessia ja antavat mahdollisuuden tekijöille nauttia uudella tavalla kirjainten tekemisestä¹⁰. Oletan, että osa uusien ja modernimpien välineiden käytöllä grafiikan parissa työskentelyn aloittaneista tekijöistä kiinnostuu myös perinteisistä metodeista. Tällöin huoli siitä, että vaihtoehtoiset menetelmät syöksisivät grafiikan perinteitä unholaan, on mielestäni harhakuva. Nämä menetelmät pitävät enemmänkin yllä vanhojen menetelmien käyttöä niitä soveltaen ja saattavat herättää taidegrafiikkaan kiinnostumisen uudelaissa konteksteissa niin asiakas- kuin harrastajakunnissa. Se, miksi grafiikkaan on kohdistunut paljon kysyntää ja herännyt uutta tietoisuutta, johtuu paljolti esimerkiksi internetin sisältämän laajan tietokannan avoimuudesta¹¹. Tietoisuutta taidegrafiikkaa kohtaan lisäävät esimerkiksi tutkimuksessa käyttämäni tutoriaalisivustot (*Instructables*, *Prininteresting*, *Tumblr*), joissa yksilöt ovat voineet vapaasti jakaa omia kokeiluja, löydöksiä ja ideoita toisille tekijöille nähtäväksi ja kokeiltavaksi. Kysyntää lisäävät sivustot, kuten *Etsy*, *Folksy* ja *eBay*, tarjoamalla yksityisyrityksille ja yksilöille alustan myydä ja mainostaa taidegrafiikan monimuotoisuudesta ammentavia keksintöjä ja töitä¹².

Pedagogiset sovellutukset

Kouluissa käsin tehtävä linoleikkaus antaa kuvan siitä, miten kohopainoa on tehty ennen. Samalla se harjoittaa oppilaan hienomotoriikkaa ja opastaa talttojen käyttöön. Toisinaan olen huomannut, että grafiikassa painotetaan enemmän tekniikkaa kuin itse teosten sisältöä: itsekin kiinnitän enemmän huomiota tekniseen onnistumiseen kuin itse kuva-aiheen merkitykseen tai sanomaan. Kohopainotekniikoiden osalta mielestäni kouluun voisi silti lisätä yhden tekemisen vaihtoehdon linoleikkauksen lisäksi, sillä vain yhteen teko-tapaan keskittyminen antaa suppean kuvan niistä mahdollisuuksista, joita voi kuvallisesti tehdä kohopainon saralla. Toisaalta joissakin tapauksissa kouluopetuksessa on mahdollistettu oppilaille kohopainoon tutustuminen PVC- ja Press Print-laattojen avulla, jotka ovat linolaattoja kevyempiä työstää. Osa oppilaista tuskastuu usein linoleikkauksessa materiaalin haasteellisuuteen ja suunniteltujen kuvien epäonnistumiseen.

Vaihtoehtoisilla menetelmillä tehtyjen laattojen jälki ei ole samanlaista kuin linoleikkaukselle ominainen jälki. Menetelmillä olisi kuitenkin omat ominaiset pintastruktuurinsa, vaikka kuvien viivat olisivatkin kovin piirus-

¹⁰ Williamson 2013, 5

¹¹ Williamson 2013, 5

¹² Williamson 2013, 5

tusmaisia. Esimerkiksi laserleikkaamisessa voisi kuvataidekoulussa yhdistää valokuvausta tulostamalla valokuvat kuvat laserleikkuukoneessa vanerille. Näitä kuvia voisi yrittää vedostaa, mikäli valokuvat kuvat on kuvankäsittelyohjelmalla käsitelty jyrkän mustavalkoisiksi.

Kuvataidekursseja voisi yhdistää tällöin toisiinsa opettamalla ensin valokuvaamista ja hyödyntämällä saadut kuvat grafiikan laattojen työstössä. Vastaavanlaisesti valokuvan sijaan voisi käyttää aiemmin tehtyjä piirroksia tai maalauksia. Toinen esimerkki laserkoneen käytöstä taidegrafiikan opetuksessa voisi olla se, että oppilaille vedettäisiin työpaja, jossa jokainen suunnittelisi ja tekisi oman *exlibriksensä*¹³.

Taidekasvatuksellisesti ajatellen laserleikkuukone on käyttäjäystävällisin ja muihin menetelmiin verrattuna nopein käyttää. Ongelmana kouluympäristössä on kuitenkin laitteen suuri koko, mahdollinen tulipalo riski ja laitteeseen erikseen tilattavat materiaalit kuten erikoisvaneri ja akryylilevyt. 3D-tulostimissa laitteen koko toimii hyvin kouluympäristössä, mutta sen käyttäminen on haastavaa ja tulostaminen vie jopa kokonaisia päiviä riippuen työn koosta. Monen oppilaan ryhmissä yhden 3D-tulostimen käyttö ei toimisi käytännössä kovinkaan hyödyllisesti. Koneita tulisi olla 20 oppilaan ryhmää kohden ainakin viisi kappaletta ja niiden käyttämisen tulisi olla järkevästi porastettua.

Molempiin laitteisiin vaaditaan ammattitaitoinen henkilö. Mikäli näitä opetettaisiin kouluissa, joko opettajalla täytyy olla hyvä tietotaito koneiden käyttämiseen tai kurssin vetäjäksi kutsutaan vieraileva opettaja. Toisaalta laattojen kuvasuunnitelmien tekemiseen ei käytännössä tarvita muuta kuin tietokoneet tarvittavien ohjelmien kanssa. Oppilaiden tekemät tiedostot voidaan sen jälkeen joko tulostuttaa esimerkiksi ulkopuolisella osaaajalla tai firmalla tai kurssin opettaja käyttää laitetta pääasiallisesti itse. Opettaja pystyisi laserleikkaamaan samalla kertaa kaikki oppilaiden suunnittelemat laatat. Tällöin oppilaiden ei tarvitse odottaa omaa vuoroa ja laattojen vedostaminen voidaan aloittaa seuraavalla tunnilla. Enemmänkin kyse on siitä, onko kurssilla tarpeeksi aikaa keskittyä moneen uuteen asiaan vai onko tärkeämpää syvennyä vain tiettyihin aihealueisiin. Oppilaat oppivat paljon ohjelmien käytöstä suunnitellessaan kuviaan ja vedostamalla niistä tehtyjä laattoja. Vedostus voi tapahtua samoilla menetelmillä miten nykyään koulussa linoleikkattuja töitä vedostetaan.

Tärkeintä on antaa oppilaiden työskennellä vapaasti kokeillen, jolloin ei painotettaisi liikaa teknistä osaamista ja kaavoja. Tekniikan oppiminen on tärkeää, mutta se saattaa sammuttaa innostumisen. On tärkeää antaa mahdollisuuksia ja monipuolisempia välineitä oppilaiden käyttöön, jotta heidän kuvallinen ajattelunsa ja ilmaisunsa saisivat tukea kehittyäkseen.

¹³ Kirjan ensimmäiselle sivulle merkitty kirjanomistajamerkki.

Työskentelyn arvioiminen ja ehdotelma jatkotutkimuksesta

Anttilan mukaan havainnoinnin luonteeseen kuuluu valikoivuus. Havainnointimme on aina vuorovaikutuksellista prosessia, jossa yritämme saada ulkoiset ärsykkeet vastaamaan meillä jo olevia käsite- ja ajatusmalleja¹⁴. Tällöin tutkijana tekemäni havainnointi saattaa poiketa toisten näkökulmista subjektiivisuudellaan. Artefaktit, eli tekemäni laatat, eivät toimi yksistään selityksinä, vaan ne tarvitsevat rinnalleen kielellistä kuvailua, kontekstia ja tulkintaa¹⁵. Biggsin mukaan artefakti ei sisällä tietoa ennen kuin se on tulkittu. Hän korostaa että tulkinta on aina esitetty tietyssä kontekstissa ja että konteksti vaikuttaa objektin tulkinnan lähtökohtiin¹⁶. Mäkelä esittää tulkinnan aiheuttavan tiedon perusolemuksen muuttumisen enemmän subjektiiviseksi, sillä tutkija itse päättää missä kontekstissa hän tulee tulkitsemaan tekemäänsä taiteellista työtään. Tähän voi vaikuttaa esimerkiksi tutkijan oma taidekasitys, jonka kautta nämä vaihtoehtoiset menetelmät voidaan esimerkiksi nähdä joko hyvänä tai huonona taidegraafikalle¹⁷. Taidekasitykseni ja oma ammatillinen taustani ja kokemukseni vaikuttavat myös siihen miten tarkastelen laattoja ja mitä seikkoja pidän itse onnistuneena ja toimivana. Subjektiivisuus on läsnä tutkimuksessani, sillä valotan tehtyä tutkimusta oman kokemusmaailmani kautta, vaikka käytänkin työni tukena toisten tekijöiden (Parraman ym.) tutkimusta samaisesta aiheesta. Subjektiivisen tulkinnan läsnäolosta huolimatta koen tutkimuksestani olevan hyötyä taidegrafiikan tekijöille ja sitä harrastaville, sillä oma kohopainografiikan tietämykseni on mielestäni tarpeeksi kattava arvioimaan laatoista saatuja tuloksia.

Tutkimuksessani oleva strukturoimaton havainnointi ja aineistoni osittainen vajavaisuus eivät vaikuta tutkimukseni tarpeellisuuteen ja siitä nousevaan hyötyyn taidegrafiikan saralla. Vaikka en saanut kaikista prosesseista kuvakaappauksia tai päässyt tekemään kaikkea ohjelmointia esimerkiksi CNC-jyrsintäkoneen kohdalla, on omakohtainen kokemukseni ja saamani tieto laitteista tarpeeksi kattava antamaan vastauksen esittämiini tutkimuskysymyksiin. Tutkimuksessani muistiinpanomerkintäni ovat osittain tapahtuman jälkeisenä päivänä kirjoitettua, jolloin muistiinmerkitsemisen viivästyminen saattaa aiheuttaa tiedon mahdollista muuttumista¹⁸. Tämä kirjoittamisen viivästyminen kuitenkin pätee vain omakohtaisten kokemusten ja seuraavana päivänä heränneiden ajatusten kirjoittamiseen. Muistiinpanomerkintäni ovat yhtä tärkeitä ja valideja tutkimuksen jäsentämisessä, olivat muistiinpanot sitten kirjoitettuja tapahtuman aikana tai sen jälkeen.

¹⁴ Anttila 2000, 221

¹⁵ Candy 2006, 9

¹⁶ Biggs 2002, 5

¹⁷ Mäkelä 2005, 3

¹⁸ Anttila 2000, 221

Olen positiivisen yllättynyt ja tyytyväinen siitä, että vaihtoehtoisilla menetelmillä voidaan tehdä kohopainografiikkaan soveltuvia laattoja. Laattojen tekeminen taiteellisena työskentelynä oli mukavan haastavaa ja innostavaa, joka herätti paljon mielenkiintoa sekä tekijälle itselleen että prosessia seuraaville tahoille. Tutkimukseni hyödytti minua ammatillisesti antamalla käsityksen siitä, miten potentiaalisena väylänä koneet toimivat kohopainografiikan toteuttamiselle. Toivon tämän potentiaalin ja hyödyn näkyvän myös kollegoille. Tulen käyttämään näitä menetelmiä omassa taiteellisessa työskentelyssäni, koska pystyn nyt luomaan teoksia joita en ole tätä ennen voinut. Olen myös kiinnostunut jatkotutkimuksena selvittämään pystyykö vaihtoehtoisilla menetelmillä tekemään monivärisiä töitä. Moniväristä työtä varten tulisi kuitenkin kehittää jokin kohdistusrakenne, esimerkiksi kentö-merkit. Olisi myös mahdollista tehdä jokin kulmapala itse vedostuspöytään kiinni jota vasten laatat ja paperin voisi kohdistaa. Mielenkiintoista olisi myös kokeilla tehdä sekamenetelmävedostus yhdistämällä kaikki kokeilut laatantekotavat.

Lähde- ja kuvaluettelo

Kaikki englanninkieliset lähteet ovat tekijän vapaasti suomentamia.

Julkaistut lähteet

Anttila, Pirkko (2000). *Tutkimuksen taito ja tiedon hankinta – Taito-, taide- ja muotoilualojen tutkimuksen työvälineet*. 3. painos. Akatiimi Oy, Hamina.

Askola, Vilho & Hervonen, Erkki & Pietilä, Tuulikki (1982). *Puupiirros*. Luova grafiikka Ry, Jyväskylä.

Laitinen, Kari & Moilanen, Tuula & Tanttu, Antti (1999). *Puupiirroksen taito: Öljyväripuupiirros ja japanilainen vesiväripuupiirros*. Taideteollisen korkeakoulun julkaisut, Helsinki.

Lhotka, Doug. (2015). *Introduction to 3D Printing*. Teoksessa Bonny P. Lhotka (toim.) *Hacking the digital print: alternative image capture and printmaking processes with a special section on 3D printing*. New riders, Berkeley, California.

Malme Heikki (2002). *Grafiikka: tekniikkaa ja taidetta*. Valtion taidemuseon/Ateneumin taidemuseon julkaisu, Helsinki.

Tuhka, Aukusti (1957). *Taidegrafiikka: tekniikkaa ja tekijöitä*. Werner Söderström osakeyhtiön syväpaino, Porvoo.

Vilka, Hanna (2005). *Tutki ja kehitä*. Kustannusosakeyhtiö Tammi, Helsinki.

Williamson, Caspar (2013). *Low-Tech Print: Contemporary Hand-Made Printing*. Laurence King Publishing, London.

Painamattomat lähteet ja verkkolähteet

Candy, Linda (2006). *Practice Based Research: A Guide*. Löydetty Creativity & Cognition Studios:in sivustolta. Haettu 14.7.2016 osoitteesta <http://www.creativityandcognition.com/resources/PBR%20Guide-1.1-2006.pdf>

Biggs, Micheal A. R. (2002). *The Role of the Artefact in Art and Design Research*. International Journal of Design Sciences and Technology 10:2. Löydetty Hertfordshiren yliopiston sivuilta. Haettu 14.7.2016 osoitteesta <http://uhra.herts.ac.uk/bitstream/handle/2299/324/101061.pdf?sequence=1>

Gibbons, Lari G. Professor of Art. Director of P.R.I.N.T Press. Teossarjat "Outgrowth" (2012) ja "Traces" (2013). Haettu 24.7.2016 osoitteesta <http://www.larigibbons.com/>

Liimatta, Jani (2016). *ABS-optimoitu 3D-tulostin – käytettävien materiaalien testaus*. Opinnäytetyö. Tampereen Ammattikorkeakoulu, kone- ja tuotantotekniikka, tuotekehitys. Haettu 27.7.2016 osoitteesta http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/110155/Liimatta_Jani.pdf?sequence=1

Marshall & Chester (2012). *Etchpop*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://www.etchpop.com/>

Mäkelä, Maarit (2005). *Knowing Through Making: The Role of the Artefact in Practise-Based Research*. University of Art and Design, Helsinki UIAH. Nordic Design Research Conference May 29-31, Copenhagen, Denmark. Haettu 14.7.2016 osoitteesta <http://www.nordes.org/opj/index.php/n13/article/view/194/177>

Parraman, Carinna & Baar, Teun & Olen, Melissa & Ortiz Segovia, Maria (2015). *Woodblock printing as a means for 2.5D and 3D surface evaluation*. OCE – Canon Group, University of the West of England, Bristol. Haettu 1.4.2016 osoitteesta http://eprints.uwe.ac.uk/25658/1/AIC2015_WoodblockEvaluation.pdf

Raubdruckerin (2016). Taiteilija kollektiivi, joka vedostaa viemärinkansille. Haettu 27.7.2016 osoitteesta <http://www.raubdruckerin.de/>

Scrivener, Stephen (2002). *The Art Object Does Not Embody a Form of Knowledge*. Proceedings of the research into practice conference. Selected papers vol. 2, 2002. Haettu 14.7.2016 osoitteesta https://www.herts.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0008/12311/WPIAAD_vol2_scrivener.pdf

Scrivener, Stephen & Chapman, Peter (2004). *The Practical Implications of Applying a Theory of Practice Research: A case study*. Proceedings of the research into practice conference. Selected papers vol. 3, 2004. Haettu 14.7.2016 osoitteesta https://www.herts.ac.uk/__data/assets/pdf_file/0019/12367/WPIAAD_vol3_scrivener_chapman.pdf

Singh, Bikram Jit & Sodhi, Harsimran Singh (2014). *A Key to Optimize Machining: Multi-Response Optimization of CNC Turning with A1-7020 Alloy*. Anchor Academic Publishing. Haettu 27.7.2016 osoitteesta <http://site.ebrary.com.libproxy.aalto.fi/lib/aalto/reader.action?docID=10856450>

Suomen Taidegrafiikot Ry (2015). *Taidegrafiikka*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://www.taidegrafiikot.fi/suomen-taidegrafiikot-ry/taidegrafiikka/>

Tiede (5/2010). *Laser viime vuosisadan loistavin keksintö*. Toimittanut Marko Hamilo. Haettu 27.7.2016 osoitteesta http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/laser_viime_vuosisadan_loistavin_keksinto

Werner, Megan (2011). *Model Making*. Princeton Architectural Press. New York. Haettu 27.7.2016 osoitteesta <http://site.ebrary.com.libproxy.aalto.fi/lib/aalto/reader.action?docID=10496889>

Tutoriaalit

ccrome (n.d.). *How to make a woodcut from... a photo of a woodcut using your CNC mill*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://www.instructables.com/id/How-to-make-a-woodcut-from-a-photo-of-a-woodcut/?ALLSTEPS>

Collier, Patrick (n.d.). *Laser engraved lino relief printing*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://patrickcollier.tumblr.com/post/6162716657/laser-engraved-lino-relief-printing>

pseaton, (n.d.). *(3D Printed) Block Print Generator*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://www.instructables.com/id/3D-Printed-Block-Print-Generator/>

Wanjun, (n.d.). *"2.3D Printing" – Block Printing With a 3D Printer*. Haettu 29.3.2016 osoitteesta <http://www.instructables.com/id/25D-Printing-Block-Printing-with-a-3D-Printer/>

Puhuttu tieto

Banthorpe, Charlie (2015-2016), tuntiopettaja, Ways of Making 3b-kurssi (WoM3b). Materiaalia ylös kirjoitetusta kurssitiedoista ja opettajan PowerPoint-esityksistä. Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, 4krs. Aalto, Fablab.

Laitinen, Kari (2016), vanhempi taidegrafiikan lehtori, tutkija. Avustamassa ja seuraamassa kohopainolaattojen vedostamista (16.2.2016). Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, 8krs. taidegrafiikan työtilat.

Rankanen, Mimmu (2016), tuntiopettaja. Tutkimusmenetelmään liittyvä tiedonanto (26.2.2016). Sähköpostitse.

Kuvat

Kuvallinen materiaali, kuten kuvakaappaukset, piirretyt havainne kuvat ja valokuvat ovat tekijän itsensä ottamia ja tekemiä ellei toisin mainita.

Sivut 12, 36, 44, 46. Taidegrafiikan työpajamestarin Pia Parjanen-Aaltosen ottamia kuvia prosessista (16.2.2016). Aalto-yliopiston Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, 8krs. taidegrafiikan työtilat.

Kuva 1. Simon Bevilaqua (1498) *St. Jerome*. Kuva on yksityiskohta latinalaisen raamatun (Vulgata) sivulta. Etsitty Creative Commons:in kautta, löydetty sivustolta Flickr.com, käyttäjältä POP. Haettu 8.7.2016 osoitteesta <https://www.flickr.com/photos/58558794@N07/11403827136/>

Kuva 3. Torii Kiyonaga (n.d.). *Bathhouse Women*. Etsitty Creative Commons:in kautta, löydetty sivustolta Pixabay.com, käyttäjältä Wikilmages. Haettu 8.7.2016 osoitteesta <https://pixabay.com/en/bathhouse-bad-women-naked-74036/>

Liitteet

Liite 1. Kyselylomake tiedonhankinnan apuvälineenä

Kyselylomake

Saadaanko menetelmillä tehtyä kohopainografiikan laattoja?

Toimivatko menetelmät kohopainografiikan tekemisessä, esimerkiksi kestävätkö laatat vedostamista?

Millä tarkkuudella koneet jäljensivät annettua kuva materiaalia?

Mitä johtopäätöksiä voidaan vetää teknisistä suorituksista?

Tuliko laatoista samanveroisia tarkkuudessa, laadussa ja toistettavuudessa?

Mitkä olivat laattojen tekniset eroavaisuudet (leikkaussyvyys, materiaalit)?

Kuinka kauan laatan tekemiseen meni?

Näkyykö laatan omintakeinen pintatekstuuri vedoksissa?

Onko vedostusjälki millainen?

Miltä laattojen tekeminen tuntui?

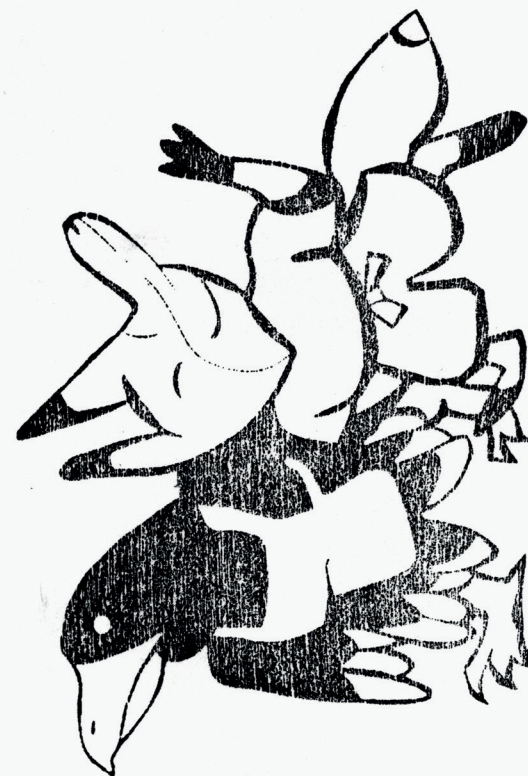
Oliko yhteyksiä perinteiseen menetelmään?

Oliko mitään erikoishuomioita?

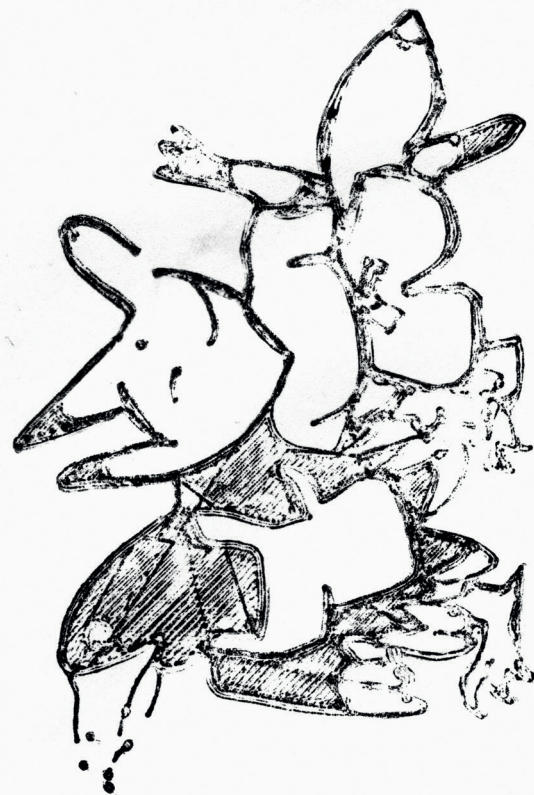
Liite 2.1 Perinteinen puupiiirroslaatta ja ensimmäinen vedos



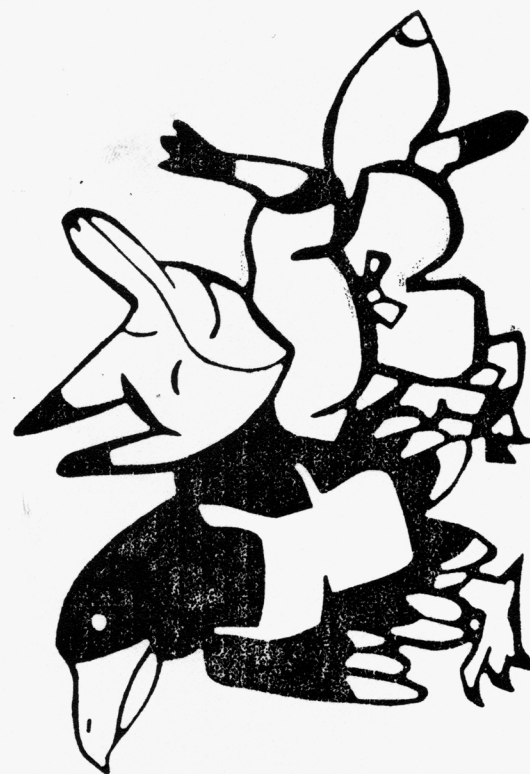
Liite 2.2 Laserleikattu laatta ja ensimmäinen vedos



Liite 2.3 3D-tulostettu laatta ja ensimmäinen vedos



Liite 2.3 CNC-jyrsitty laatta ja ensimmäinen vedos



A! Aalto-yliopisto
Taiteiden ja suunnittelun
korkeakoulu

